

ЭЛЕКТРОВЗБУЖДЕНИЕ ЯДРА ^{16}O С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОНА И ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ НА СОВПАДЕНИЯХ

*Б.Б.Войцеховский, Д.М.Николенко, С.Г.Попов,
В.Н.Ротаев, Д.К.Топорков, Е.П.Центалович*

Измерено сечение $d^4\sigma/dE_e d\Omega_e dE_c d\Omega_c$ в реакции $^{16}\text{O}(e, e'c)$, где c – заряженные частицы. Эксперимент проведен с помощью методики сверхтонкой внутренней мишени в электронном накопителе. Регистрировались совпадения с вторичными частицами, вылетающими вдоль переданного импульса и в противоположном направлении.

Изучение электровозбуждения ядер при небольших переданных импульсах ($q \lesssim 1 \text{ фм}^{-1}$), до сих пор, как правило, проводится с регистрацией только одной частицы, что связано с фоновыми условиями в экспериментах на линейных ускорителях. Между тем, исследование реакций $(e, e'c)$, где c – заряженная частица, должно дать важную дополнительную информацию о природе состояний, образующих гигантские резонансы ¹. Так здесь можно наблюдать моды распада возбужденных состояний ядер, определять мультипольность резонансов, отделять прямые и резонансные процессы. Методика экспериментов со сверхтонкой внутренней мишенью в электронном накопителе, разработанная в ИЯФ СО АН СССР ^{2,3}, позволяет решать эти задачи.

В этом эксперименте (рис.1) пучок электронов с энергией $E_0 = 112 \text{ мэВ}$, средним током $0,5 \text{ А}$, рассеивался на мишени из паров воды (давление 10^{-2} торр, диаметр 10 мм). Электро-

ны, рассеянные на угол 60° , регистрировались магнитным спектрометром с телесным углом $5 \cdot 10^{-3}$ стер, энергетическим акцептансом от E_0 до $E_0/2$ и разрешением $\Gamma_{1/2} = 400$ кэВ.

Для регистрации вторичных частиц использованы три телескопа кремниевых поверхностно-барьерных полупроводниковых детекторов (ППД) и два сцинтилляционных счетчика (СС). Детекторы расположены на расстоянии 20 см от мишени.

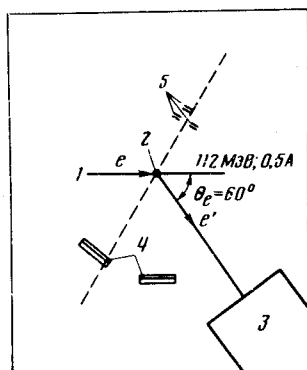


Рис.1. Схема эксперимента. 1 – электронный пучок, 2 – мишень H_2O , 3 – магнитный спектрометр, 4 – сцинтилляционные счетчики $NaJ(Tl)$, 5 – телескопы полупроводниковых детекторов (I – III слева направо). Пунктирная линия проведена по направлению импульса ядер отдачи ^{16}O при упругом рассеянии электрона

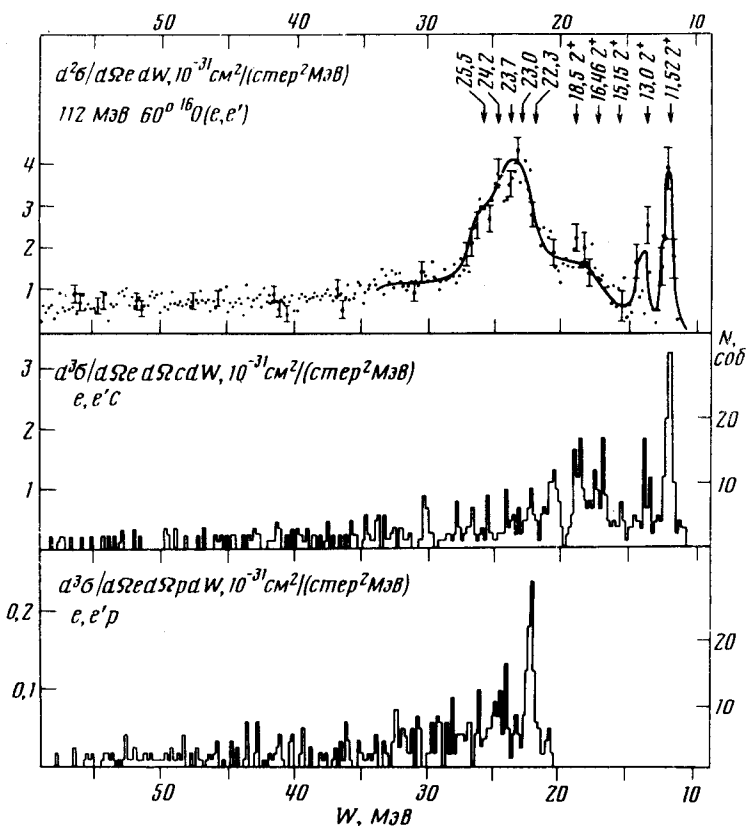


Рис.2. Спектры рассеянных электронов: а -- по всем событиям; б -- по событиям, имеющим совпадения с первым телескопом ППД; в -- тоже со счетчиками $NaJ(Tl)$

Суммарный телесный угол ППД составляет $5 \cdot 10^{-2}$ стер, а СС – 0,35 стер. СС имеют два слоя. Первый слой, на пути частиц, вылетевших из мишени – кристалл $NaJ(Tl)$ толщиной 2 мм, второй слой – сцинтилляционная пластмасса. Короткие импульсы света от второго слоя СС служили для индикации попадания в счетчик фоновых электронов. В отличие от ППД, имеющих низкий порог регистрации частиц (1,5 МэВ) и пренебрежимо малый мертвый слой, между мишенью и СС располагалось 50 мг вещества, которое останавливало все α -частицы и приводило к увеличению порога регистрации протонов до 5 МэВ.

На рис.2 приведены спектры рассеянных электронов (W – энергия возбуждения ядра). Спектр по событиям, имеющим совпадения с ППД приведен только для 1-го телескопа, на который не попадали протоны от процесса $ep \rightarrow e'p\gamma$. Во всех спектрах произведен учет радиационных поправок. Уровень случайных совпадений составляет $\sim 0,1$ соб/канал в спектре 2б и $\sim 0,6$ соб/канал в спектре 2в. На рисунке отмечены уровни ^{16}O с квантовыми числами 2^+ и несколько уровней в области гигантского дипольного резонанса, наблюдавшиеся в электронном рассеянии⁴. Спектр 2а согласуется с результатами⁵ для реакции $^{16}O(e, e')$.

Характерной особенностью спектра 2б является преимущественное проявление в нем квадрупольных резонансов 2^+ , расположенных выше порога отделения α -частицы (7,2 МэВ),

что объясняется анизотропией распада этих резонансов, повышающей плотность потока вторичных частиц вдоль направления импульса возбужденного ядра. Для некоторых других резонансов, например 0^+ , распадающихся изотропно, эта плотность меньше. Это обстоятельство иллюстрируется рис.3 на примере резонансов 11,52 МэВ (2^+) и 12,05 (0^+). Оба эти резонанса распадаются, в основном, с испусканием монохроматических α -частиц с ядром-остатком ^{12}C в основном состоянии. На рис.3, *а* показан участок спектра электронов, соответствующий этим резонансам, по всем событиям; 3, *б* — по событиям имеющим совпадения с ППД. Видно, что в случае совпадений отношение чисел событий в пиках изменилось приблизительно в 5 раз.

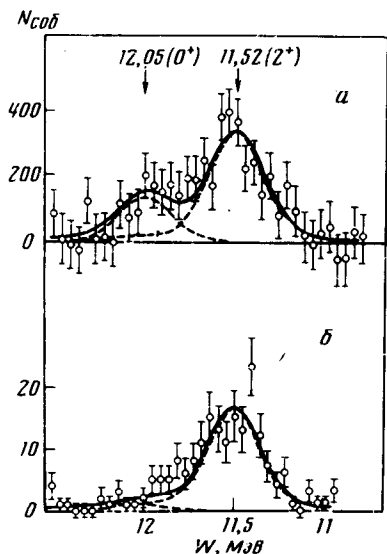


Рис.3. Уровни ^{16}O 11,52 МэВ (2^+) и 12,05 МэВ (0^+). *а* — участок спектра (рис.2, *а*), содержащий эти уровни, *б* — тоже по событиям, имеющим совпадения с ППД

В спектре 2в регистрация событий начинается при $W \gtrsim 20$ МэВ. Выделяется пик, соответствующий уровню 22,3 МэВ. Причем его ширина примерно равна $\Gamma_{1/2}$ -разрешению спектрометра. Другие уровни дипольного гигантского резонатора ^{16}O относительно подавлены, по-видимому, либо из-за вылета, при их распаде, протонов малых энергий, либо из-за наличия других мод распада, нерегистрируемых СС.

Качественное различие спектра 2в и подобного в реакции $^{16}\text{O}(\alpha, \alpha'p)^6$, в котором нет резонансной структуры, по-видимому, связано с возбуждением изовекторных резонансов в электронном рассеянии.

Анализ информации, получаемой в экспериментах на совпадениях, ценность которой отмечалась многими авторами ⁷, в настоящее время, к сожалению, затруднен из-за отсутствия теоретических работ, подобных расчету ¹ для ^{12}C .

Литература

1. Balashov V.V., Kislyakov E.F., Korotkich V.L., Wunsch R. Nucl. Phys., 1980, A345, 367.
2. Войцеховский Б.Б., Зелевинский В.Г., Попов С.Г., Николенко Д.М. Изв. АН СССР (сер. физ.), 1978, 42, 2413.
3. Войцеховский Б.Б., Зелевинский В.Г., Николенко Д.М., Попов С.Г., Ротаев В.Н., Топорков Д.К. Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. 1976, Атомиздат, 1, 125.
4. Aiezenberg - Selone G. Nucl. Phys., 1977, A281, 55.
5. Hotta A., Itoh K., Saito T. Phys. Rev. Lett., 1974, 33, 790.
6. Knopfle K.T., Wanger G.J., Paul P., Brewer H. Phys. Lett., 1978, 74B, 191.
7. Hanna S.S. Nucl. Phys., 1981, A358, 229.