

ВОЗМОЖНЫЙ СЛУЧАЙ НАРУШЕНИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ РАСПАДА СОСТАВНОГО ЯДРА ОТ СПИНА ВХОДНОГО КАНАЛА

К.В.Караджев, В.И.Манько, А.Н.Перселян,

Ф.Е.Чукреев

Измерения угловых распределений реакций на ядрах с ненулевым спином открывают новые возможности для проверки независимости способа распада составного ядра от входного канала реакции.

Рассмотрим случай хорошо изолированного одиночного резонанса с угловым моментом и четностью J^π , возникающего при взаимодействии нуклона (безразлично протона или нейтрона) с ядром мишени, имеющим спин I . В этом случае дифференциальное сечение реакции (σ , b) представляет собой некогерентную смесь двух частей, соответствующих двум входным каналам со спинами: $I - 1/2$ и $I + 1/2$ [1].

Угловое распределение этой реакции дается следующим выражением:

$$W^{(b)}(\theta) \sim \frac{\Gamma_{\sigma, l-1/2} \Gamma_b}{\Gamma^2} W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(b)}(\theta) + \frac{\Gamma_{\sigma, l+1/2} \Gamma_b}{\Gamma^2} W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(b)}(\theta).$$

Здесь $\Gamma_{\sigma, l-1/2}$, $\Gamma_{\sigma, l+1/2}$ являются парциальными нуклонными ширинами, соответствующими двум входным каналам; Γ_b есть парциальная ширина выходного канала и Γ — полная ширина резонанса.

$W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(b)}(\theta)$ и $W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(b)}(\theta)$ — угловые распределения, соот-

ветствующие захвату нуклона со спином антипараллельным и параллельным спину ядра мишени.

Если в реакции открыт еще один канал, например c , то угловое распределение этой реакции дается подобным выражением:

$$W^{(c)}(\theta) \sim \frac{\Gamma_{\sigma, l-1/2} \Gamma_c}{\Gamma^2} W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(c)}(\theta) + \frac{\Gamma_{\sigma, l+1/2} \Gamma_c}{\Gamma^2} W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(c)}(\theta).$$

Если предположить, что ширины Γ_b и Γ_c не зависят от входного канала, то для угловых распределений мы можем получить следующие формулы:

$$W^{(b)}(\theta) \sim t W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(b)}(\theta) + (1-t) W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(b)}(\theta),$$

и

$$W^{(c)}(\theta) \sim t W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(c)}(\theta) + (1-t) W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(c)}(\theta),$$

где величина $t = \frac{\Gamma_{\sigma, l-1/2}}{\Gamma_{\sigma}}$ есть параметр спинового смешивания.

Таким образом, анализ этих двух, независимо измеренных, угловых распределений одного и того же резонанса, должен дать строго одинаковые величины параметра t .

Следовательно, подобные измерения могут быть использованы для проверки предположения о независимости ширин Γ_b и Γ_c от спина входного канала. Следует отметить, что в общем случае "парциальные" угловые распределения $W_{J^{\pi, l-1/2}}^{(b)}(\theta)$ и $W_{J^{\pi, l+1/2}}^{(b)}(\theta)$ включают

другие параметры (например, параметры орбитального смешивания во входных и выходных каналах, разности фаз и т. д.), так что однозначный анализ может быть очень затруднен, или даже невозможен. Однако, в некоторых простых случаях, подобный анализ может быть сделан, и две величины t могут быть определены.

Рассмотрим, например, один из простейших случаев, когда бомбардирующими частицами являются протоны, спин и четность ядра мишени есть $1/2^+$, а образующееся состояние составного ядра имеет угловой момент и четность равные 1^- . Это состояние может быть образовано только захватом протонов с орбитальным моментом $\ell_p = 1$. Следовательно, в этом случае отсутствует орбитальное смешивание во входных каналах реакции. Предположим также, что это состояние имеет три типа распада: протонный-, альфа- и гамма-типы, а спины и четности результирующих ядер, образованных после альфа- и гамма-распадов равны 0^+ .

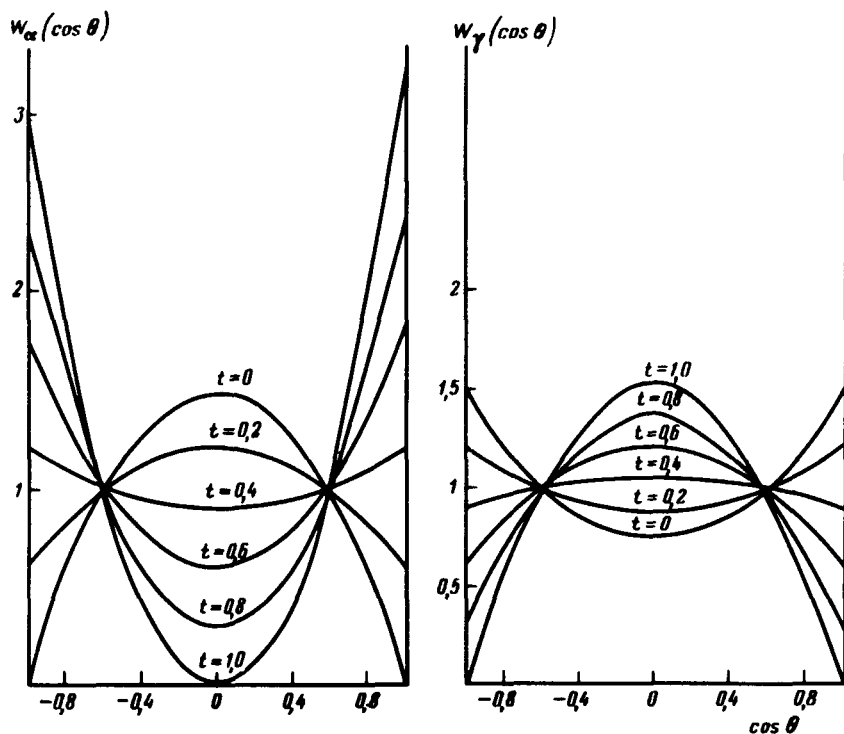


Рис. 1. Угловое распределения α -частиц (слева) и γ -лучей (справа) для различных значений t

Угловые распределения α -частиц и γ -лучей включают только один параметр — t , и этот параметр может быть легко определен отдельно для каждого случая. На рис. 1 показаны угловые распределения α -частиц и γ -лучей при различных значениях t . Видно, что они сильно зависят от величины t . Следовательно, этот случай очень удобен для про-

верки независимости распада ядра от спина входного канала. Несколько ядер могут служить удобными мишенями для этих экспериментов. Этими ядрами, например, являются C^{13} , N^{15} , F^{19} и P^{31} . В реакциях (p, p) , (p, α) и (p, γ) на ядре P^{31} был обнаружен одиночный, изолированный узкий резонанс, имеющий момент и четность, равные 1^- , при энергии падающих протонов $E_p = 2114$ кэв (уровень составного ядра S^{32} с

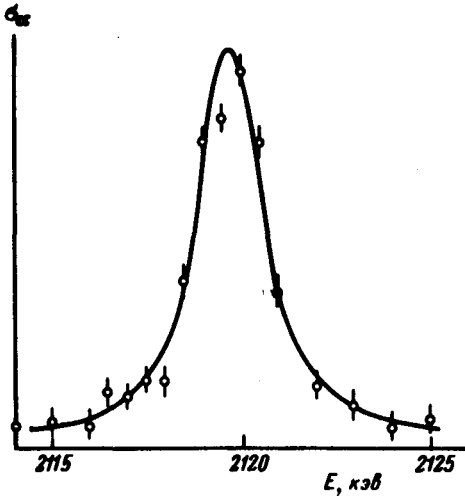


Рис. 2. Энергетическая зависимость сечения реакции $P^{31}(p, \alpha) Si^{28}$ в области резонанса с энергией 2114 кэв

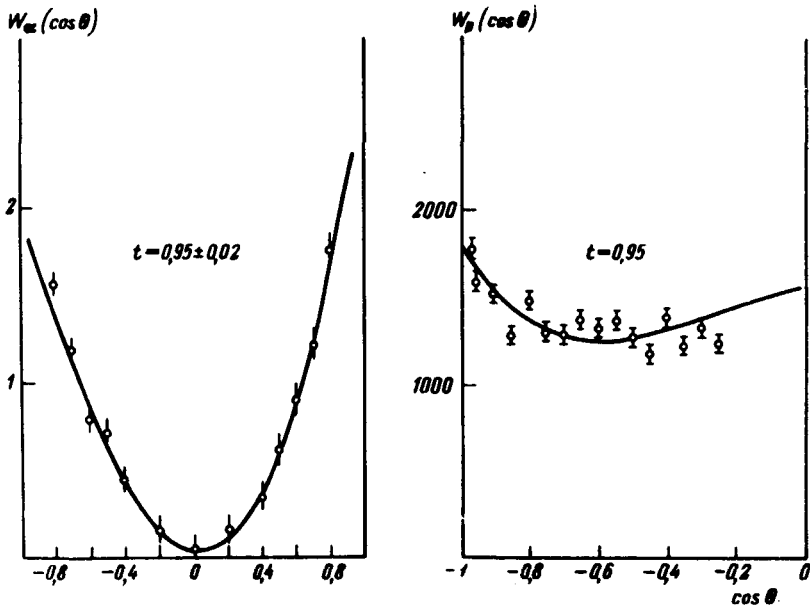


Рис. 3. Угловые оаспределения α -частиц (слева) и протонов (справа) для резонанса с энергией 2114 кэв

энергией возбуждения 10911 кэв [2-4]). На рис. 2 показана энергетическая зависимость сечения реакции $P^{31}(p, \alpha) Si^{28}$ в районе этого резонанса.

На рис. 3 даны угловые распределения ρ и α выходных каналов. Сплошной линией показаны теоретические кривые. Величины t , определенные из этих распределений, равняются $t_{\rho} = 0,95 \pm 0,05$ и $t_{\alpha} = 0,95 \pm 0,01$. Последняя величина находится в прекрасном согласии с величиной, полученной нами ранее [2], и с величиной, определенной в работе [3], где $t_{\alpha} = 0,96 \pm 0,01$.

Угловое распределение γ_0 -лучей (γ -переход на основное состояние ядра S^{32}) было получено в работе [4]. Величина t_{γ} , найденная ими, равняется $t_{\gamma} = 0,72 \pm 0,04$. Таким образом, имеется явное расхождение между величинами t_{ρ} , t_{α} и t_{γ} . Если величина t_{γ} определена правильно, то это может означать, что распад составного ядра зависит от входного канала.

В частности, это может означать, что ширины γ -распада для случаев образования уровня со спинами входных каналов $S = 0$ и $S = 1$ различны. Сравнивая величины t_{ρ} , t_{α} и t_{γ} для 2114 кэВ резонанса, можно получить, что отношение $\frac{\Gamma_{\gamma_0}^{(1)}}{\Gamma_{\gamma_0}^{(0)}} = 7$. Здесь $\Gamma_{\gamma_0}^{(0)}$ и $\Gamma_{\gamma_0}^{(1)}$ — γ -ширины, соответствующие спином входного канала $S = 0$ и $S = 1$ соответственно.

Институт атомной энергии
им. И.В.Курчатова

Поступила в редакцию
29 октября 1969 г.

Литература

- [1] I.M.Blatt, L.C.Biedenharn. Rev. Mod. Phys., 24, 258, 1952.
- [2] К.В.Караджев, В.И.Манько, Ф.Е.Чукреев. ЯФ, 4, 242, 1968.
- [3] P.L.Riley, C.A.Lock, J.A.Rawlins, Y.M.Shin. Nucl. Phys., A96, 641, 1967.
- [4] E.V.Paul, H.E.Gove, A.E.Litherland, G.A.Bartholomew. Phys. Rev., 99, 1339, 1955.