

СЗ43е1

Б-201

3/1x-

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



P7 - 720

А.Баланда, К.Круляс

ОБ УГЛОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ
МГНОВЕННЫХ ГАММА-ПЕРЕХОДОВ,
ИСПУСКАЕМЫХ В РЕАКЦИЯХ
С ТЯЖЕЛЫМИ ИОНАМИ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

P7 - 7201

А.Баланда, К.Круляс

ОБ УГЛОВЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ
МГНОВЕННЫХ ГАММА-ПЕРЕХОДОВ,
ИСПУСКАЕМЫХ В РЕАКЦИЯХ
С ТЯЖЕЛЫМИ ИОНАМИ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Баланда А., Крулюс К.

P7 - 7201

Об угловом распределении мгновенных γ -переходов, испускаемых в реакциях с тяжелыми ионами

Применяя формализм Ямазаки и феноменологический анализ, предлагается быстрый способ определения углового распределения гамма-переходов типа E2, испускаемых с уровней заселяемых в реакциях с тяжелыми ионами.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1973

Balanda A., Crulyas K.,

P7 - 7201

On the Angular Distribution of Prompt
Gamma Rays in Heavy-Ion-Included Reactions

A fast method of determining the angular distributions of the E2-type gamma transitions resulting from heavy-ion-included reactions is described taking into account the Yamazaki formalism and phenomenological analysis.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

1. Введение

В последние годы большой интерес вызывают исследования уровней ротационных полос деформированных ядер. Много внимания уделяется в этих исследованиях реакциям типа (HI, xn) , в которых велика вероятность заселения уровней с высокими спинами и значительна энергия ядер отдачи. Передаваемые тяжелыми ионами большие угловые моменты вызывают упорядочение спинов в плоскости, перпендикулярной к пучку. Из-за этого упорядочения наблюдается анизотропное угловое распределение гамма-переходов.

В спектроскопических экспериментах, таких как измерения сверхтонкого взаимодействия, желательно знать угловое распределение, в других оно влияет на результаты измерений в виде поправки. Иногда для оценки ожидаемых эффектов требуется быстро определить угловое распределение. Этому вопросу посвящена данная работа.

2. Формализм Ямазаки и расчеты

В реакциях, вызванных тяжелыми ионами, степень упорядочения уровней со спином I описывают, используя формализм Ямазаки $^{1/1}$, при помощи статистического тензора

$$\rho_k(I) = (2I+1)^{1/2} \sum_m (-1)^{I-m} (ImI-m|k0) P_m(I),$$

где $P_m(I)$ представляет параметр популяции, а символ (\quad) - коэффициент Клебша.

Функция углового распределения в случае E2 перехода /рис. 1/ дана формулой

$$W(\theta) = 1 + A_2 P_2(\cos\theta) + A_4 P_4(\cos\theta)$$

с коэффициентами $A_k(I_i L_1 L_2 I_f) = \rho_k(I_i) F_k(I_f 20 I_i)$.

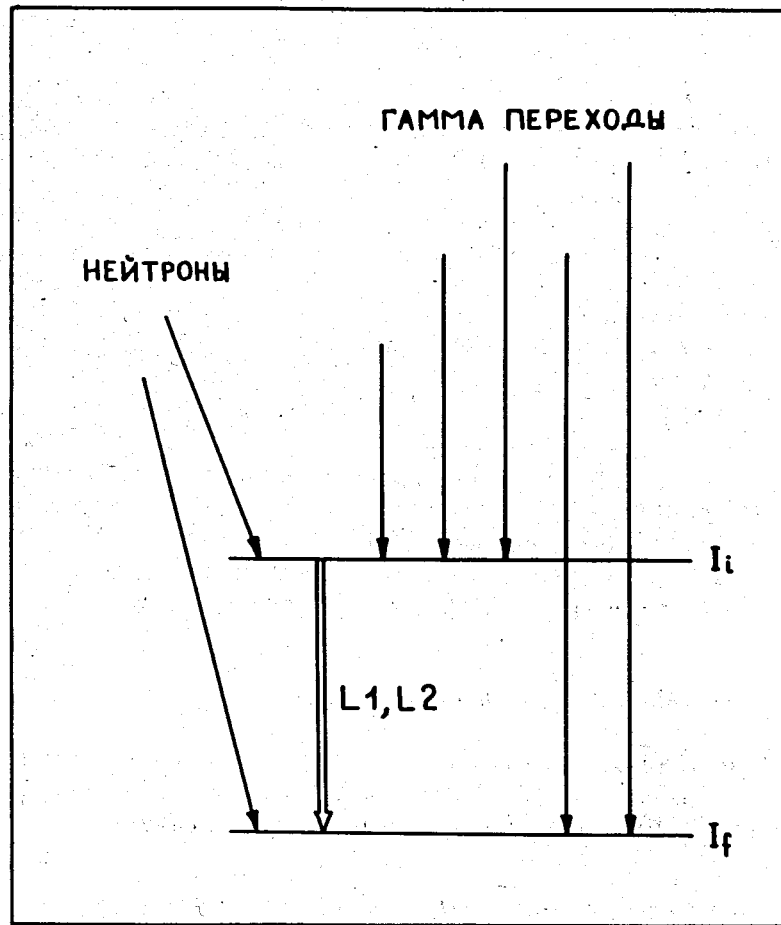


Рис. 1. Последовательность рассматриваемых спинов.

Для полного упорядочения спинов тензор $B_k(I) \equiv \rho_k(I)_{m=0}$ определяет максимальные величины коэффициентов $A_k^{max} = B_k(I_i) F_k(I_f 20 I_i)$. В действительности в эксперименте получаем частичные упорядочения, а коэффициенты A_k равны

$$A_k(I_i 20 I_f) = a(I_i) A_k^{max}(I_i 20 I_f), \text{ где } a(I) \equiv \rho_k(I) / B_k(I).$$

Для уровня со спином 1 для проведения полного анализа углового распределения испускаемых гамма-квантов требуется $1+1$ параметров / $1+1$ возможных значений $|m|$ /. Из экспериментальных данных получаются только 2 параметра / A_2 и A_4 / и, очевидно, для уровней с большими спинами приходится включить в формализм параметр популяции путем предложения какой-либо модели. Обычно предлагается для спинов конечного ядра гауссовское распределение относительно оси пучка. Тогда

$$P_m(I) = \exp\left(\frac{-m^2}{2\sigma^2}\right) / \sum_{m=-I}^I \exp\left(\frac{-m^2}{2\sigma^2}\right).$$

Параметр размытия $\sigma = 0$ отвечает полному упорядочению ($a_k(I) = 1$).

Основываясь на этом формализме, мы получили коэффициенты ослабления $a_k(I)$ для уровней со спинами $I_i = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ и 14. Параметр σ принимался в пределе от 0 до 5,1. Результаты расчетов представлены на рис. 2.

3. Результаты расчетов и анализ

На основе полученных зависимостей $a_k(\sigma)$ в случае известного значения σ можно вычислить коэффициенты A_2^{Exp} и A_4^{Exp} /учитывая только геометрические поправки Q_2 и Q_4 /²/. Считая в обратном направлении, на базе существующих измерений угловых распределений E2 переходов в ядерных реакциях с тяжелыми ионами /3,4/ получено для всех исследованных переходов параметры размытия σ и их ошибки. Из-за того, что относительные ошибки σ получаются обычно меньше, чем ошибки

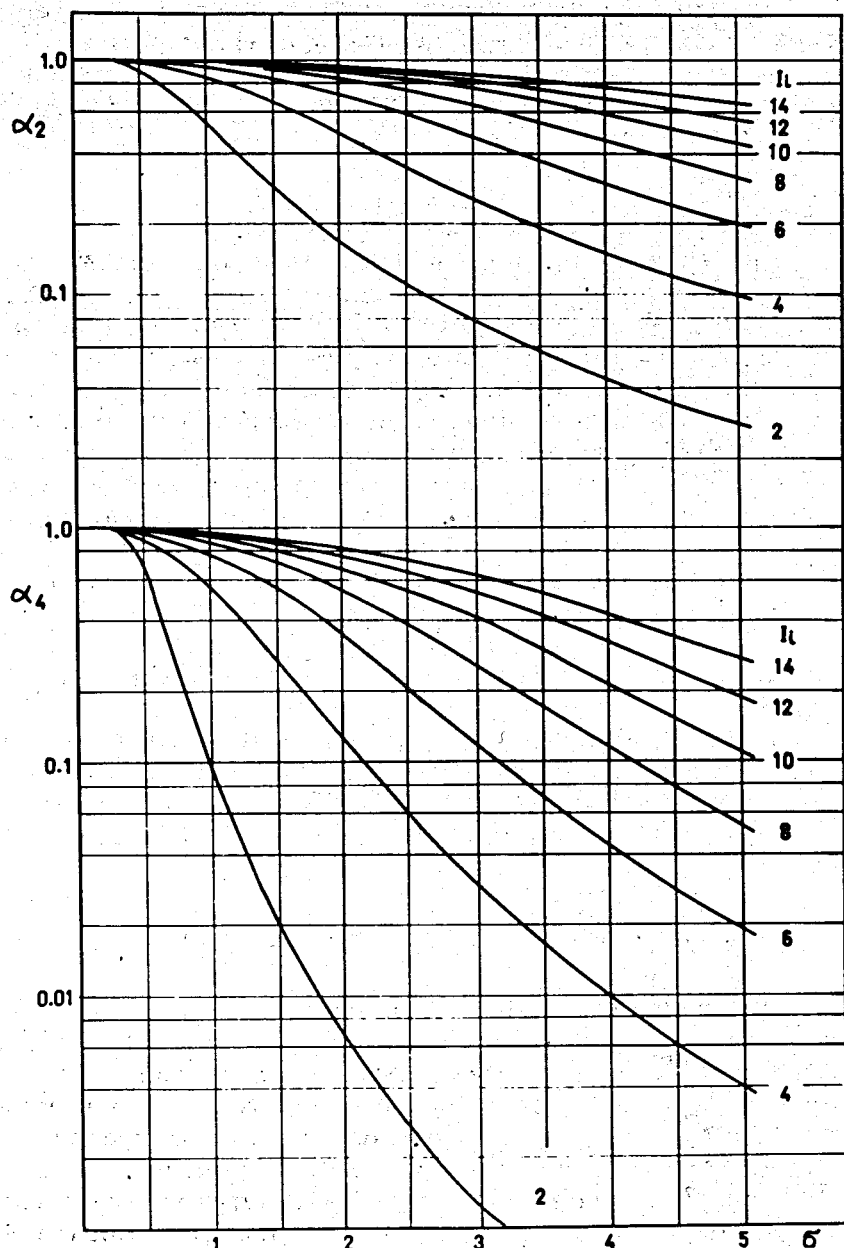


Рис. 2. Зависимость параметров ослабления $\alpha_k(I)$ от параметра размытия σ .

параметров A_k /полулогарифмический масштаб/, наблюдается заметная зависимость σ от спинов I_i . Учитывая экспериментальный факт^{/3/}, что для исследованных реакций угловое распределение не зависит от энергии налетающей частицы /в интересующем нас интервале энергий/ и что не наблюдается систематической зависимости σ от массы частицы и получаемого ядра, можно предположить, что в основном параметр размытия σ зависит только от спина уровня I_i .

Для проверки этого предположения были вычислены параметры корреляции r для зависимости $\sigma_I = f(I)$. Величины σ , полученные из коэффициентов A_2 и A_4 , анализировались как независимо, так и вместе. Соответственно для r получены следующие значения: 0,798, 0,926 и 0,879. Большой параметр корреляции свидетельствует о том, что зависимость σ_I от I очень сильна.

Время жизни уровней со спинами $I_i = 2$ достаточно велико, что может влиять на степень возмущения распределения. Для избежания этой систематической ошибки в следующий анализ не включены данные, получаемые из переходов $2 \rightarrow 0$. Результаты этого анализа дают для r значения: 0,849, 0,953 и 0,913. Большие, чем в первом анализе, величины говорят о том, что действительно нельзя включать в анализ уровни со спинами $I_i = 2$.

Принимая коэффициенты r равными 0,849 и 0,953, мы получили уравнения

$$\sigma_I^{(2)} \approx 0,35I + 0,33$$

$$\sigma_I^{(4)} \approx 0,37I + 0,07$$

/1/

при помощи которых определяется значение σ_I и впоследствии значения α_k и коэффициенты A_k для углового распределения. На рис. 3 представлены экспериментальные значения σ_I и вычисленные зависимости $\sigma_I^{(2)}$ и $\sigma_I^{(4)}$ от I .

Типичное распределение мгновенных γ -переходов, испускаемых в реакциях с тяжелыми ионами /рис. 4/, вычислено путем использования уравнений /1/ и данных, представленных на рис. 2.

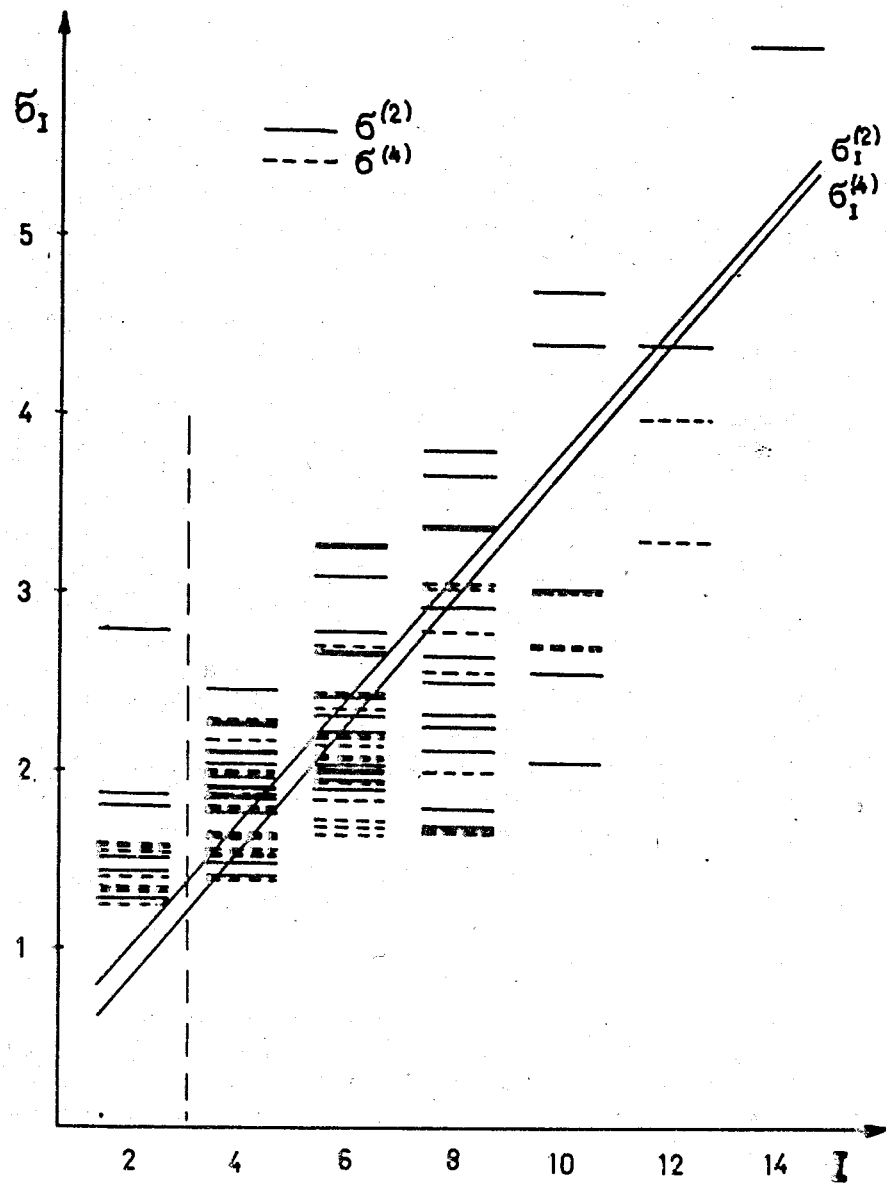


Рис. 3. Линии зависимости $\sigma_I^{(2)}$ и $\sigma_I^{(4)}$ от I и экспериментальные значения σ_I .

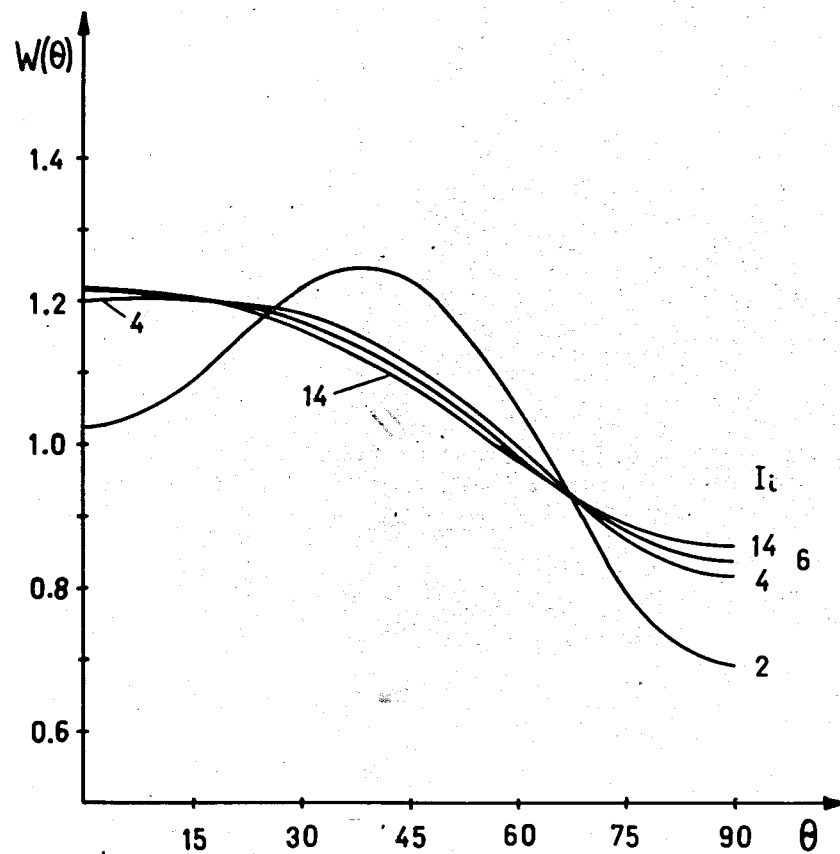


Рис. 4. Невозмущенные функции углового распределения γ -переходов, испускаемых в реакциях с тяжелыми ионами /от ${}^4\text{He}$ до ${}^{19}\text{F}$ /.

Увеличение анизотропии для уровней с малыми спинами свидетельствует о том, что кроме каскадных γ -переходов уровни эти сильно заселяются непосредственно при испускании нейтронов.

Авторы выражают свою благодарность В.А.Карнаухову за прочтение рукописи и дискуссию.

Литература

1. T.Yamazaki. *Nuclear Data, Sect. A.*, 3/1, 1 (1967).
2. J.L.Black, W.Gruhle. *Nucl.Instr.Meth.*, 46/2, 213 (1967).
3. J.O.Newton, F.S.Stephens, R.M.Diamond, W.H.Kelly, D.Ward, *Nucl.Phys.*, A141/3, 631 (1970).
4. C.M.Lederer, J.M.Jaklevic, J.M.Hollander. *Nucl.Phys.*, A169, 449 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
28 мая 1973 года.