

ФИЗИКА

Л. А. КУЛЬЧИЦКИЙ

**ВЗАЙМНАЯ СВЯЗЬ НАПРАВЛЕНИЙ ВЫЛЕТА α -ЧАСТИЦ И
 γ -КВАНТОВ ПРИ ПРЕВРАЩЕНИИ $\text{ThC} \rightarrow \text{ThC}'$**

(Представлено академиком П. И. Лукирским 17 VI 1950)

Измерение угловой корреляции последовательно испускаемых ядром α -частиц и γ -квантов позволяет в некоторых случаях делать заключение относительно угловых моментов и четности тех уровней, с которыми связано данное излучение.

В настоящей работе измерена угловая корреляция α -частиц ThC и γ -квантов для наиболее интересного перехода при α -распаде на первый возбужденный уровень

ThC' с последующим испусканием γ -квантов 40 кэв.

Источником ThC служил активный осадок Th , осажденный на алюминиевую подкладку толщиной 5 μ . На рис. 1 приведена схема расположения опытов. В центре камеры (A) помещался источник. Давление в камере подбиралось таким, чтобы поглощались все остальные, короткопробежные группы α -частиц ThC , имеющие пробеги значительно меньше, чем интересующая нас группа. Другие α -частицы, излучаемые при переходе на основной уровень ThC' , а также α -частицы ThC' , естественно, не дают истинных совпадений, а только увеличивают загрузку α -счетчика.

α -частицы регистрировались пропорциональным счетчиком (B), а γ -кванты — счетчиком (C), перед которым помещался стироловый фильтр для поглощения β -частиц.

Углы, под которыми видны входные окошки счетчиков из источника, составляли 14° .

Измерялось число совпадений между α -частицами и γ -квантами при различных углах θ между счетчиками.

Регистрация совпадений α -частиц и γ -квантов производилась по схеме Rossi, причем импульсы от счетчиков предварительно усиливались широкополосными усилителями, а затем перед совпадением формировались стандартные импульсы при помощи триггерной схемы. Разрешающее время совпадений $\tau = 1,4 \cdot 10^{-7}$ сек.



Рис. 1. Схема опытов по измерению $\alpha - \gamma$ -угловой корреляции. A — камера для разделения групп α -частиц, B — α -счетчик, C — γ -счетчик

В табл. 1 приведены результаты основных измерений.

Фон измерялся обычным способом, — с помещением перед γ -счетчиком свинцового фильтра и облучением его другим постоянным источником. Число полученных случайных совпадений затем пересчитывалось соответственно загрузкам обоих счетчиков в условиях измерения истинных совпадений.

Таблица 1

θ°	Фон случайных совпадений	Число истинных совпадений
180	1172	703 ± 44
155	1171	832 ± 45
135	1155	980 ± 47
115	1158	707 ± 44
80	1167	533 ± 43

также короткопробежную группу, отфильтровывались.

В третьем опыте источником был, так же как и в последнем (основном), активный осадок Th, но измерения производились при $\tau = 2,2 \cdot 10^{-7}$ сек.

Все эти опыты отличаются большим фоном случайных совпадений и меньшей статистической точностью.

В первом опыте среднее число истинных совпадений превышает фон на 9,5%, во втором — на 12%, в третьем — на 43% и в основном — на 66%.

В табл. 2 приведены результаты всех 4 опытов, сформированных по полному числу истинных совпадений в четвертом опыте. Число истинных совпадений под углом 80° в четвертом опыте принято за 1.

Таблица 2

θ°	Относительная интенсивность истинных совпадений			
	1-й опыт	2-й опыт	3-й опыт	4-й опыт
180	$1,07 \pm 0,14$	$0,97 \pm 0,19$	$1,36 \pm 0,12$	$1,32 \pm 0,08$
154	$1,48 \pm 0,14$	$1,58 \pm 0,19$	$1,56 \pm 0,12$	$1,56 \pm 0,09$
135	$2,22 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,20$	$1,83 \pm 0,12$	$1,84 \pm 0,09$
115	$1,38 \pm 0,24$	$1,45 \pm 0,19$	$1,34 \pm 0,12$	$1,33 \pm 0,08$
80	$0,92 \pm 0,19$ *	$1,17 \pm 0,19$	$0,96 \pm 0,12$	$1,00 \pm 0,08$

* В 1-м опыте измерения производились под углом 85° .

Результаты опытов сравнивались с теоретическими расчетами, произведенными А. З. Долгиновым (1).

Согласно этим расчетам, вероятность $w(\theta)$ γ -кванту вылететь под углом θ относительно направления испускания α -частицы определяется выражением вида:

$$w(\theta) = \sum_L |Q_{j_1 j_2}^L|^2 w_L(\theta) + \sum (Q_{j_1 j_2}^L Q_{j_1 j_2}^{L*} + k c) w_{LL'}(\theta),$$

где $w_L(\theta)$ и $w_{LL'}(\theta)$ — полиномы четной степени $\cos \theta$ вида $C + A \cos^2 \theta + B \cos^4 \theta + \dots$, высшая степень которых зависит от мультипольности γ -излучения. Коэффициенты A , B , C однозначно определяются значениями угловых моментов ядра в начальном состоянии (j_1), после испускания α -частицы (j_2) и в конечном состоянии, после испускания γ -кванта (j_3), а также изменением угловых моментов при переходах.

Коэффициенты $(Q_{j_1 j_2}^L)^2$ пропорциональны вероятности вылета α -частицы с различными возможными значениями орбитального момента L . Суммирование производится по возможным значениям L одинаковой четности, т. е. от $|j_1 - j_2|$ до $|j_1 + j_2|$.

Наличие максимума под углом, близким к 45° , указывает, что γ -излучение не может быть дипольным (для дипольного излучения $w(\theta) = C + A \cos^2 \theta$).

Из всевозможных угловых моментов j_1, j_2, j_3 для квадрупольного γ -излучения $w(\theta)$ имеет резко выраженный максимум под углом, близким к 45° , только для следующих комбинаций:

$$0-3-1 \quad w(\theta) = 1 + 6 \cos^2 \theta - 5 \cos^4 \theta;$$

$$1-2-1 \quad w(\theta) = 0,5(1 + 5 \cos^2 \theta - 5,33 \cos^4 \theta) \quad \text{для } L \text{ четных};$$

$$1-2-1 \quad w(\theta) = 0,92(1 + 4,88 \cos^2 \theta - 6,73 \cos^4 \theta) \quad \text{для } L \text{ нечетных};$$

$$2-3-2 \quad w(\theta) = 1,05(1 + 5,83 \cos^2 \theta - 6,73 \cos^4 \theta) \quad \text{для } L \text{ четных}.$$

При вычислении $w(\theta)$ коэффициенты $(Q_{j_1 j_2}^L)^2$ взяты пропорциональными вероятностям α -распада с орбитальными моментами α -частиц L согласно вычислениям Престона (2), т. е. $(Q_{j_1 j_2}^{(4)})^2 : (Q_{j_1 j_2}^{(2)})^2 = 5 : 1$, а $(Q_{j_1 j_2}^{(3)})^2 : (Q_{j_1 j_2}^{(1)})^2 = 1,2 : 1$.

При сравнении экспериментальных результатов с теоретическими в теоретическое распределение вводилась поправка на конечную величину углов, захватываемых счетчиками.

На рис. 2 приведены теоретические кривые с поправкой для всех приведенных комбинаций и, кроме того, для 1-3-1 (L четное), а также экспериментальные точки для основного опыта в соответствующем масштабе (масштаб выбирался такой величины, чтобы вершины кривых совпадали).

Наиболее близкое совпадение с теоретической кривой получено для угловых моментов 0-3-1, однако трудно допустить, чтобы нечетно-четное ядро в основном состоянии имело спин, равный нулю.

Значениям коэффициентов $Q_{j_1 j_2}^L$, взятым согласно вычислениям Престона, нельзя вполне доверять, так как вычисления сделаны в предположении определенной модели ядра. Поэтому мы пытались изменять коэффициенты в довольно широких пределах для приведенных комбинаций моментов, а также и для других, однако лучшего согласия эксперимента с теорией мы не получили.

Несмотря на то, что мы не получили полного согласия наших опытов с какой-либо теоретической кривой, все же видно, что общий ход экспериментальной кривой и некоторых теоретических в их спадающей части одинаков и сама величина угловой корреляции, т. е. отношение $w(\theta_{\max})/w(90^\circ)$ (где θ_{\max} — угол, соответствующий максимуму кривой), дает хорошее согласие эксперимента с теорией.

Интересно, что сумма $w(\theta)$ для 1-2-1 и 1-3-1 дает очень хорошее согласие между экспериментом и теорией (рис. 3). Можно

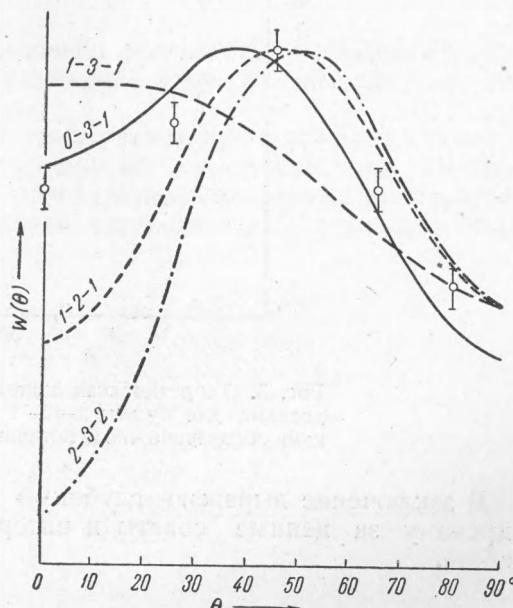


Рис. 2. Теоретические кривые углового распределения для 1-3-1, 0-3-1, и 2-3-2. Кружочками обозначено число истинных $\alpha - \gamma$ -совпадений

предположить, что первый возбужденный уровень является сложным, состоящим из двух энергетически очень близких уровней с угловыми моментами 2 и 3.

Такое предположение дает также разумное объяснение большой интенсивности α -распада на этот возбужденный уровень.

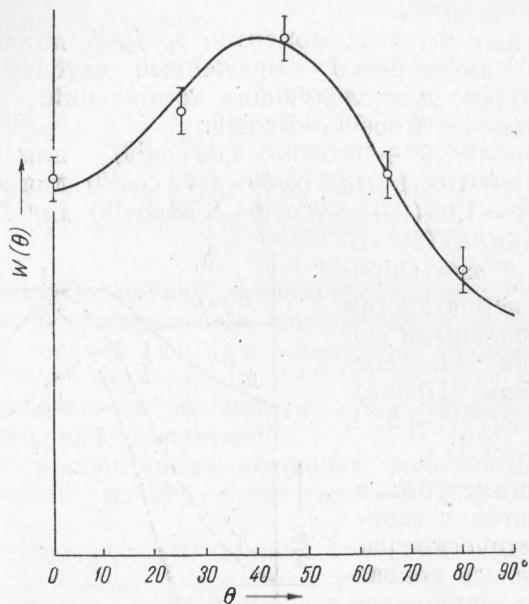


Рис. 3. Теоретическая кривая углового распределения для суммы 1—2—1 и 1—3—1. Кружочками обозначено число истинных α — γ -совпадений

В заключение выражаю глубокую благодарность акад. П. И. Лукирскому за ценные советы и интерес, проявленный к настоящей работе.

Поступило
29 V 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. З. Долгинов, ДАН, 73, № 6 (1950). ² М. А. Preston, Phys. Rev., 71, 865 (1947).