

СЗ41.18

Г. 874

4/5-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2040



К.Я.Громов, И.Демерет, Е.Наджаков

γ - γ УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ РАСПАДЕ

Pr¹³⁸ → Ce¹³⁸

Изв. АН СССР, Сер. физ., 1965,
Т 29, № 7, с 1093-

АБСОЛЮТНЫЕ ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

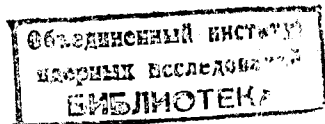
1965

P-2040

К.Я.Громов, И.Деметер, Е.Наджаков

у-у УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ РАСПАДЕ
Pr¹³⁸ → Ce¹³⁸

Направлено в "Известия АН СССР"



3135/2 нр.

Из схемы распада $Pt^{138} \rightarrow Ce^{138}/1/$ видно, что γ -лучи с энергиями 300, 1040 и 800 кэв образуют прямой каскад (рис. 1). В работе^{/2/} это показано также методом γ - γ совпадений. Авторы этой работы считают доказанным, что переход 300 кэв - типа E3 и что примеси к нему составляют меньше 20%. Из-за отсутствия прямых переходов и по теоретическим соображениям они считают, что нужно принять для спинов четырех уровней, начиная с основного, значения 0^+ , 2^+ , 4^+ и 7^- .

Нам представилось интересным применить метод γ - γ угловых корреляций для проверки этих соображений, и в частности спинна уровня 1840 кэв, что было бы полезным для систематики четно-четных ядер (предварительное сообщение об этих исследованиях, см.^{/3/}).

Источник получался выделением фракции Pt после облучения Eg или Ta протонами с энергией 660 Мэв. Применялся сцинтилляционный γ -спектрометр совпадений, приспособленный для измерений угловых корреляций^{/4/}. Объект труден для этого рода измерений, во-первых, из-за короткого периода полураспада (2,0 ч), во-вторых, из-за того, что применялась фракция празеодима, содержащая другие изотопы празеодима, кроме Pt^{138} , и, в-третьих, из-за большого количества аннигиляционных γ -квантов, которые приводили к ложным эффектам при измерениях под углом 180° , требующим специального учета и увеличивающим и без того большие ошибки.

Были проведены четыре опыта. В некоторых из них была сделана повторная очистка от Nd. Измерения проводились под углами 90° , 135° , и 180° с обеих сторон неподвижного счетчика, откуда получались оба коэффициента A_2 и A_4 . Совпадения с γ -лучами 1040 кэв регистрировались на 128-канальном анализаторе, что позволяло одновременно получать обе корреляции (с 800 и 300 кэв), а также вводить поправку на комптоновские распределения и ложные эффекты, упомянутые выше (рис. 2,3,4). Для накопления лучшей статистики в связи с первой трудностью, упомянутой выше, а также для борьбы со второй были приняты следующие меры. Измерения проводили для каждого опыта в течение нескольких периодов полураспада, подготавливая для этой цели по два источника, второй из которых был примерно в три раза сильнее. На каждом угле счет накапливался в течение 30 или 15 минут, и углы чередовались в разной последовательности.

Третья трудность (см. рис.4) связана с объяснением пиков при энергиях 510 и 1020 кэв, появлявшихся только при измерениях под углом 180° и зависящих квадратично от интенсивности источника. Пик 510 кэв может быть количественно (по порядку величины) объяснен двумя эффектами: 1) из-за большого счета схемы быстрых совпа-

дений при измерениях под углом 180° сильно увеличиваются случайные совпадения с 510 кэв (начинает играть роль разрешающее время медленной схемы); 2) может появиться случайное наложение двух квантов 510 кэв в кристалле, которое как раз покажет в наше окно (1040 кэв). Второй механизм может объяснить и появление пика 1020 кэв. Комптоновское распределение по этому механизму, нужное для коррекции, должно отличаться от обычного и поэтому оценивалось теоретически и проверялось экспериментально на Na^{22} .

Полученные результаты показаны в таблице 1. Экспериментальные коэффициенты исправлены на конечные телесные углы кристаллов. Указанные ошибки (среднеквадратичные) включают в себя не только статистические ошибки, но и приблизительные оценки возможных ошибок от введения поправок. В этой же таблице для сравнения показаны теоретические коэффициенты для принятого каскада $7^-(E3) 4^+(E2) 2^+(E2) 0^+$ с чистыми переходами. Нельзя удивляться отклонениям до 1,5 раза от указанных условий ошибок, даже если не принимать во внимание наличие примесей мультипольностей, так как оценка ошибок корреляций может быть занижена, кроме того, в такой степени увеличить ошибку могут примеси других изотопов.

С теорией сравнены возможные наборы спинов и мультипольностей, включая и такие, которых по другим соображениям нельзя ожидать. При этом для спина и четности основного состояния и первого возбужденного уровня приняты значения 0^+ и 2^+ соответственно, а также принято, что переход 800 кэв типа $E2$, а переход 300 кэв - типа $M2 + E3$ (разность спинов 2 или 3). Сравнение показано в таблице 2. Под возможным вариантом понимается такой, для которого теоретические значения всех A_2 и A_4 для обоих каскадов отклоняются от экспериментальных меньше чем на полторы ошибки, указанные в таблице 1 для некоторого соотношения смеси мультипольностей; под невозможным - такой, для которого при всех соотношениях смесей хотя бы один из коэффициентов отклоняется от эксперимента больше чем на 3 значения допустимой ошибки (или немного меньше чем в 3 раза, если это происходит с двумя коэффициентами одновременно). Сомнение обозначено в остальных случаях.

Из тех вариантов, которые не исключаются настоящим экспериментом (обозначенных через + или ? в таблице 2), можно было бы отбросить №№ 3, 4 и 7 как маловероятные по соображениям отсутствия прямого перехода на уровень 800 кэв. №1 представляется невероятным из-за того, что в этом случае нужно было бы принять для перехода 1040 кэв 25% $M3 + 75%$ $E4$, что трудно совместить с коротким временем жизни уровня 1840 кэв. №2 и №8 исключаются, если принять, что переход 300 кэв типа $E3$ + не больше 20% $M2^{2/}$. №10 исключить таким простым образом нельзя, даже если принять, что переход 300 кэв - типа $E3$. Его можно согласовать с экспериментом, если принять, что переход 1040 кэв типа $M1 + 4%$ $E2$ (маловероятно - $E1 + 4%$ $M2$), и нельзя, если он чистый $M1$ или $E1$, что дает для уровня 1840 кэв 3^+ , чего трудно

ожидать. В этом случае эксперимент дает возможный вариант, если примесь $M2$ в переходе 300 кэв составляет не больше 3%, что трудно принять при разности спинов 2. И наконец, при спине 5^- с уровня 2140 кэв следовало бы ожидать сильный $E3$ переход на уровень 800 кэв, чего не наблюдается.

Остается вариант №5: $7(3) 4(2) 2(2) 0$, который согласуется с экспериментом. Примесь октупольного излучения ко второму переходу оценивается в $0,5 \pm 2\%$ (не больше 5%). Примесь $M4$ к $E3$ в первом переходе (300 кэв) трудно оценить в пределах точности нашего эксперимента.

Мы благодарим Н.А.Лебедева за очистку источника.

Л и т е р а т у р а

1. Б.С.Джелепов, Л.К.Пехер, В.О.Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер, изд-во АН СССР, М-Л, 1963.
2. А.С.Басина, Т.Бэдики, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Н.А.Лебедев, В.А.Морозов, А.Ф.Новгородов. Доклад на совещании по ядерной спектроскопии. Дубна, 18-23 июня, 1964 г. Препринт ОИЯИ, 1915, Дубна, 1964.
3. К.Я.Громов, И.Деметер, Е.Наджаков. Доклад на совещании по ядерной спектроскопии, Дубна, 18-23 июня, 1964 г. Препринт ОИЯИ, 1915, Дубна, 1964.
4. И.Деметер, Ф.Мольнар, Е.Наджаков, А.Ф.Новгородов. Доклад на совещании по ядерной спектроскопии. Дубна, 18-23 июня, 1964 г. Препринт ОИЯИ, 1915, Дубна, 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 марта 1965 г.

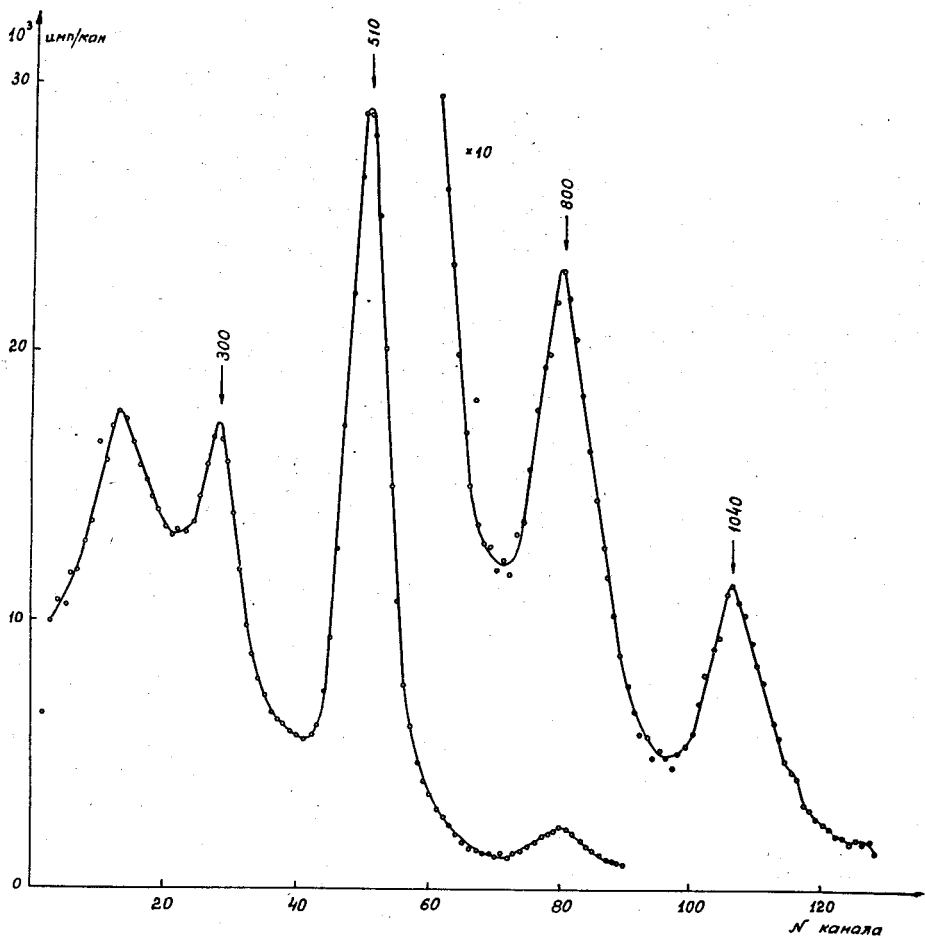


Рис.2. γ -спектр .

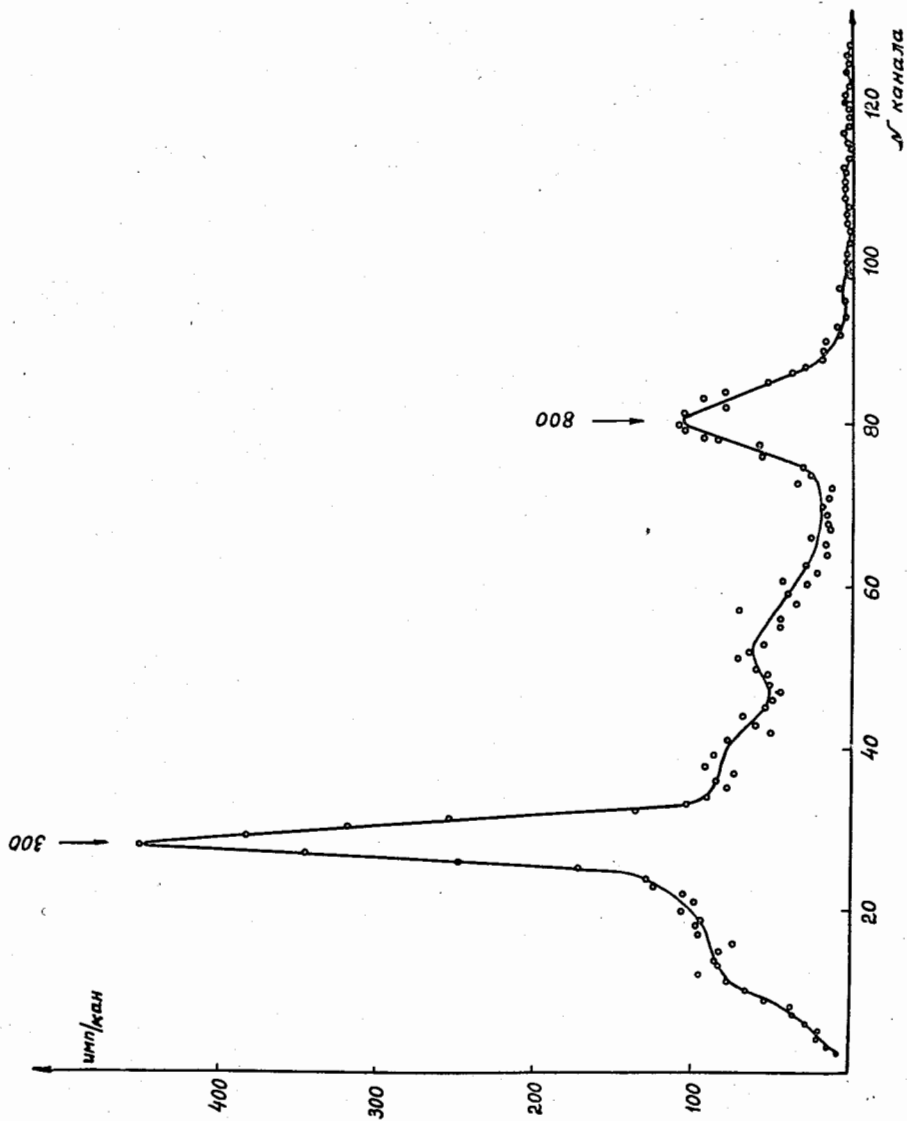


Рис.3. Спектр совпадения с γ -лучами ^{104}Co кэв под углом 90° .

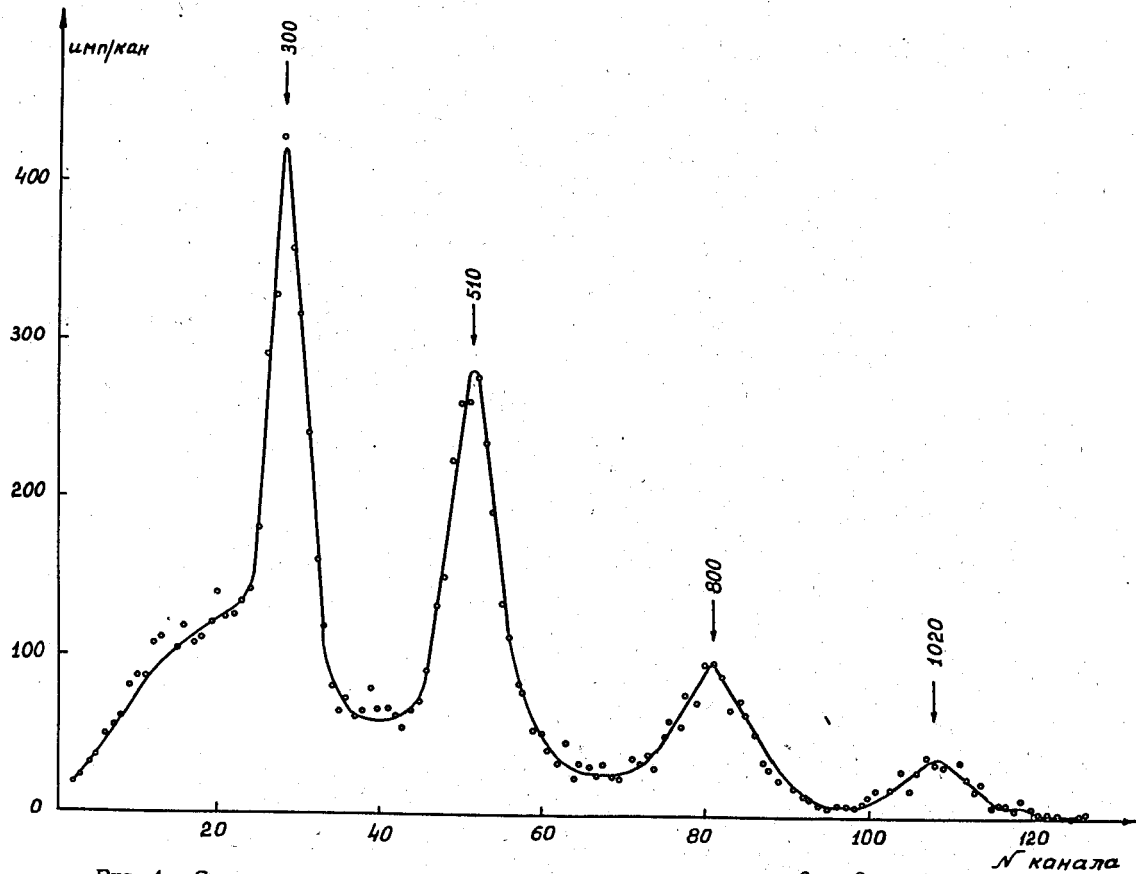


Рис. 4. Спектр совпадений с γ -лучами 1040 кэв под углом 180° . Пики, появившиеся при энергиях 510 и 1020 кэв, связаны с эффектами аннигиляционного излучения (см. текст).