

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P4-88-405

В.А.Кузьмин, В.Г.Соловьев

ОПИСАНИЕ ГАМОВ-ТЕЛЛЕРОВСКИХ β^+ -РАСПАДОВ
ИЗОТОПОВ ОЛОВА

Направлено в журнал "Modern Physics Letters A"

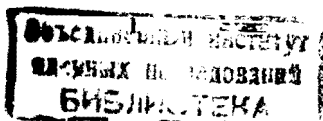
1988

Большое внимание, уделяемое в последнее время изучению силовых функций (n, p) -переходов, вызвано выяснением причин потери силы гамов-теллеровского резонанса и возможностью определения из β^+ -распада нейтронодефицитных ядер величины перенормировки в ядрах константы g_A аксиально-векторного слабого взаимодействия. На изучение этих вопросов существенное влияние оказал прогресс в описании двойного β -распада, основанный на использовании частично-частичного гамов-теллеровского остаточного взаимодействия ^{/1/} и квадрупольных вибраций ^{/2/}, которые (оба) приводят к усилению корреляций в основном состоянии.

Исследования ^{/3/} в рамках квазичастично-фононной модели ядра показали, что частично-частичное взаимодействие оказывает сильное влияние на силовые функции (n, p) -переходов и гамов-теллеровских (ГТ) β^+ -распадов. В результате удалось описать полную силу S_+ , обнаруженную в реакции $^{54}\text{Fe}(n, p)^{54}\text{Mn}$ ^{/4/}, и суммарные $\log(ft)$ величины для β^+ -распадов ^{152}Yb , $^{152,150}\text{Er}$, $^{148,146}\text{Dy}$, ^{96}Pd при $|g_A/g_V|=1$ и $|g_A/g_V|=1,263$. Расчеты двойного двухнейтринного β^+ -распада с эффективными силами, выведенными из боннского потенциала в ^{/5/} и из парижского потенциала - в ^{/6/}, согласуются с расчетами в ^{/1/} выполненными с δ -образными взаимодействиями, и с расчетами в ^{/3/}. Это показывает, что детальный вид эффективных гамов-теллеровских взаимодействий не существенен при описании таких интегральных характеристик как суммарная сила β -распадов и полная сила (n, p) -переходов.

Описание $\log(ft)$ величин для ГТ β^+ -распадов нейтронодефицитных сферических ядер и полной ГТ-силы, проявляющейся в (n, p) -реакциях на ^{54}Fe , ^{90}Zr , ^{120}Sn и ^{140}Ce , выполнено в ^{/3/} в приближении случайных фаз (RPA) с изовекторными константами ГТ взаимодействий - частично-дырочной $\alpha_1^{01} = 23/A$ МэВ и частично-частичной $G_1^{01} = -7,5/A$ МэВ. Отношение $|G_1^{01}/\alpha_1^{01}|$ в ^{/3/} примерно такое же, как в ^{/1/}, и в 2,5 - 3 раза меньше, чем в ^{/5-7/}. Отметим, что $\log ft$ для β^+ -распадов ^{152}Yb , ^{150}Er и ^{148}Dy вычислены также в ^{/7/}. Представляет интерес выяснить, насколько хорошо ГТ-распады других ядер, например нейтронодефицитных изотопов олова ^{/8/}, описываются с помощью аппарата, развитого в ^{/3/} при тех же значениях констант. В ^{/9/} указывается, что планируется изучение реакции $^{58}\text{Ni}(n, p)^{58}\text{Co}$ и поэтому интересно вычислить полную силу S_+ ГТ-переходов на ^{58}Ni .

Используем RPA-уравнения, полученные в ^{/3/} с учетом частично-дырочного и частично-частичного остаточных взаимодействий. Приведенные вероятности β^+ и β^- -переходов из основных состояний четно-четных



сферических ядер в однофоновые состояния нечетно-нечетных ядер равны

$$B^{\pm}(\Gamma T; 0^{\pm} 1^{\pm}; i) = \left| \sum_{j_p j_n} f(j_p j_n) (\psi_{j_p j_n}^i u_{j_p} v_{j_n} + \varphi_{j_p j_n}^i v_{j_p} u_{j_n}) \right|^2, \quad (1)$$

$$B^{\pm}(\Gamma T; 0^{\pm} 1^{\pm}; i) = \left| \sum_{j_p j_n} f(j_p j_n) (\psi_{j_p j_n}^i u_{j_p} v_{j_n} + \varphi_{j_p j_n}^i v_{j_p} u_{j_n}) \right|^2, \quad (2)$$

где $\psi_{j_p j_n}^i$ и $\varphi_{j_p j_n}^i$ — прямая и обратная фоновые амплитуды; u_j, v_j — коэффициенты преобразования Боголюбова, $f(j_p j_n)$ — приведенные одно-частичные матричные элементы ГТ-переходов. Для ГТ β^{\pm} -переходов $0^{\pm} 1^{\pm}$

$$(ft)_i = \left(\frac{g_V}{g_A} \right)^2 \frac{6163,4}{B^{\pm}(\Gamma T; 0^{\pm} 1^{\pm}; i)}. \quad (3)$$

При сравнении результатов расчетов β^{\pm} -переходов с экспериментальными данными используем суммарные ft величины

$$(ft)^{-1} = \sum_i (ft)_i^{-1}, \quad (4)$$

суммирование ведется по всем уровням, доступным β^{\pm} -распаду. Полные силы (n, p) и (p, n) ГТ-переходов равны

$$S_{\pm} = \sum_i B^{\pm}(\Gamma T; 0^{\pm} 1^{\pm}; i). \quad (5)$$

В численных расчетах используем одночастичные энергии и волновые функции потенциалов Саксона - Вудса, параметры которых вычисляются для массового числа $A = 99$ и $Z = 43$ для нейтронов согласно $^{10}/$ и для протонов $^{11}/$. Константы спаривания определены из парных энергий.

Результаты вычислений $\log(ft)$ для ГТ β^{\pm} -распадов $^{102, 104, 106, 108}Sn$ даны в таблице I. Из нее видно, что расчеты приведенных вероятностей в модели независимых квазичастиц при $|g_A/g_V| = 1$ отличаются от экспериментальных в 4-6 раз, что мало отличается от факторов запрета, полученных в $^{12}/$. Частично-дырочное взаимодействие уменьшает это различие в 1,5 - 1,6 раза. При учете частично-частичного взаимодействия с $G_1^{01} = -7,5/A$ МэВ получено хорошее согласие с экспериментальными данными для $|g_A/g_V| = 1$. Для β^{\pm} -распадов $^{106, 108}Sn$ оно достигается частично за счет перемещения примерно 50 % силы в область больших энергий возбуждения, т.е. на состояния, которые не заселяются в β^{\pm} -распаде. Подавление же полной ГТ S_{+} -силы, вызванное частично-частичным взаимодействием, невелико и фактор подавления равен 0,7 - 0,8. В таблице I показаны результаты расчетов $\log(ft)$

с $|g_A/g_V| = 1,263$. В этом случае согласие с экспериментальными данными достигается при $G_1^{01} = 7,9/A$ МэВ.

Таблица I. Суммарные $\log(ft)$ величины для нейтронодефицитных изотопов олова

Параметры расчетов			102 Sn	104 Sn	106 Sn	108 Sn
G_1^{01}/A	G_1^{01}/A	$ g_A/g_V $				
				$3,17^{+0,20}_{-0,24}$ a)	$3,20 \pm 0,05$ a)	$3,45 \pm 0,02$ a)
0	0	I	2,57	2,61	2,67	2,74
23,0	0	I	2,75			
23,0	7,5	I	2,84(0,99)	2,(0,91)	3,38(0,50)	3,48(0,60)
23,0	7,9	1,263	2,67(0,92)	2,(0,89)	3,38(0,35)	2,46(0,43)

a) Экспериментальные данные из работы $^{18}/$.

В скобках указано, какая часть полной силы $\sigma t^{(+)}$ -переходов может проявиться в β^{\pm} -распаде.

Аналогичные расчеты проведены с использованием одночастичных энергий и волновых функций потенциалов Саксона - Вудса, параметры которых определялись для $A = 107$, $Z = 47$ и $A = 115$, $Z = 49$. Очень близкие к указанным в таблице I результаты получаются в этих случаях при уменьшении абсолютной величины константы G_1^{01} на 3 и 10% соответственно.

Эти расчеты подтверждают вывод, сделанный в $^{13}/$, о том, что на основании экспериментальных данных по вероятностям β^{\pm} -распадов нейтронодефицитных ядер нельзя сделать вывод о величине перенормировки в ядрах константы g_A аксиально-векторного слабого взаимодействия.

Результаты расчетов полных ГТ S_{+} и S_{-} сил приведены в таблице 2. Из нее видно, что частично-частичное взаимодействие уменьшает полную S_{+} -силу в 2,1 - 2,7 раза по сравнению с моделью независимых квазичастиц и в 1,2 - 1,3 раза по сравнению с RPA-расчетами, учитывающими только частично-дырочное взаимодействие. Величина S_{-} при изменении эффективной константы G_1^{01} меняется существенно меньше, так что величина S_{-} остается неизменной и равной 5,2 вместо 6 из-за ограниченного пространства одночастичных состояний. Частично-частичные взаимодействия не приводят к подавлению силы S_{-} , экспериментально обнаруженной в (p, n) -реакциях.

Таблица 2. Полная сила гамов-теллеровских переходов на ^{58}Ni

Параметры расчета		S-	S+
$-g_A^0$	G_A^0		
0	0	18,647	13,422
23	0	13,333	8,107
23	7,5	11,609	6,383
23	7,9	11,383	6,157

Литература

- Vogel P., Zirnbauer M.R.-Phys. Rev. Lett., 1986, 57, 3148.
Engel J., Vogel P., Zirnbauer M.R.-Phys. Rev., 1988, C37,731.
- Grots K., Ickard H.V. -Nucl. Phys., 1986, A460, 335.
- Кузьмин В.А., Соловьев В.Г.-Письма в ЖЭТФ, 1988, 47, 68.
Kuzmin V.A., Soloviev V.G. Preprint JINR E4-88-79, Dubna, 1988.
- Vetterli M.C., Hausser O., Alford W.P. et al. - Phys. Rev. Lett., 1987, 59, 439.
- Civitarese P., Faessler A., Tomoda T.-Phys. Lett., 1987, B194, 11.
- Muto K., Klepator H.V. -Phys. Lett., 1988, B201, 420.
- Suhonen J., Faessler A., Taigel T., Tomoda T. - Phys. Lett., 1988, B202, 174.
- Barden R., Kirchner R. Klepper O. et al.-Z. Phys. A - Atomic Nuclei, 1988, 329, 319-330.
- Yen S. -Can. Phys., 1987, 65, 595.
- Takeuchi K., Molbauer P.A.-Phys. Lett., 1969, B28, 384.
- Челурнов В.А.-Ядерная физика, 1967, 6, 955.
- Dobaczewski J., Nazarewicz W., Plochocki A. et al. -Z. Phys. A - Atomic Nuclei, 1988, 329, 267-273.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 июня 1988 года.

Кузьмин В.А., Соловьев В.Г.
Описание гамов-теллеровских
 β^+ -распадов изотопов олова

P4-88-405

В приближении хаотических фаз с учетом частично-дырочных и частично-частичных остаточных сил, параметры которых были зафиксированы ранее, вычислены суммарные $\log(ft)$ -величины для гамов-теллеровских β^+ -распадов нейтронодефицитных изотопов олова. При $|g_A/g_V|=1$ и $|g_A/g_V|=1,263$ получено хорошее согласие с экспериментальными данными для $^{104,106,108}\text{Sn}$ и сделано предсказание для ^{102}Sn . Показано, что из данных о скорости β^+ -распада нейтронодефицитных ядер нельзя определить перенормировку в ядре константы g_A аксиально-векторного слабого взаимодействия.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Kuzmin V.A., Soloviev V.G.
Description of the Gamow-Teller
 β^+ -Decay of Tin Isotopes

P4-88-405

The integrated $\log(ft)$ values of Gamow-Teller β^+ decays of the neutron-deficient tin isotopes are calculated in the random phase approximation with particle-hole and particle-particle residual interactions which parameters have been fixed earlier. For $|g_A/g_V|=1$ and $|g_A/g_V|=1.263$ a good correspondence with the experimental data is obtained for $^{104,106,108}\text{Sn}$ and a prediction is made for ^{102}Sn . It is shown that one cannot define from the rate of neutron-deficient nuclei β^+ decay the renormalization of the axial-vector weak interaction constant g_A .

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988