

23/11-747

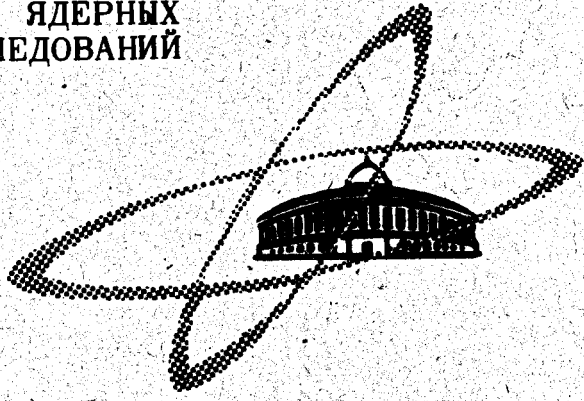
С.341а

Х-936

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P4-4896



И.Д.Христов

КВАЗИЧАСТИЧНЫЕ СОСТОЯНИЯ
СФЕРИЧЕСКИХ ЯДЕР

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1970

P4-4896

И. Д. Христов

КВАЗИЧАСТИЧНЫЕ СОСТОЯНИЯ
СФЕРИЧЕСКИХ ЯДЕР

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

82/3/2
49

В рамках сверхтекучей модели ядра /1/ удалось правильно описать ту часть остаточных взаимодействий между нуклонами, которая имеет наибольшее значение в атомных ядрах при сравнительно небольших энергиях возбуждения. На основе этой модели исследованы различные свойства деформированных ядер. Микроскопическое исследование свойств сферических ядер сделано в /2-4/ и ряде других работ. Во всех этих работах используются различные схемы уровней среднего поля ядра, которые выбирались на основе экспериментальных данных для различных ядер, эффект блокировки /5/ не учитывался.

В настоящей работе исследуется влияние парных корреляций сверхпроводящего типа на свойства сферических ядер в области массовых чисел $100 < A < 150$.

Было показано /6/ на основе сравнения экспериментально полученных и рассчитанных парных энергий, что можно описать парные корреляции во всех ядрах в этой области массового числа с одними и теми же значениями $G_Z A$ и $G_N A$, а именно 23 и 20 Мэв соответственно. В расчетах для всех ядер принималось во внимание одинаковое количество уровней среднего поля.

Интересно рассчитать систематически в рамках этой модели одноквартичные основные и низкие возбужденные состояния нечетных A - ядер, двухквартичные возбужденные состояния четно-четных и нечетно-нечетных ядер и сравнить рассчитанный спектр с эксперимен-

тальными данными для конкретных ядер, используя одни и те же параметры для всех ядер /6-8/.

В данной работе использованы схема одночастичных уровней, приведенная в /6/, и вышеуказанные значения констант парного взаимодействия. Для определения сверхтекучих характеристик - корреляционной функции $C_n(j_1)$ и химического потенциала $\lambda_n(j_1)$ - для каждого одноквазичастичного состояния нечетной нейтронной (соответственно протонной) системы решались уравнения:

$$\frac{2}{G_N} = \frac{j_1 - 1/2}{\epsilon(j_1)} + \sum_{j \neq j_1} \frac{j + 1/2}{\epsilon(j)}, \quad (1)$$

$$N = 1 + (2j_1 - 1)v_{j_1}^2 + \sum_{j \neq j_1} (2j + 1)v_j^2. \quad (2)$$

Для двухквазичастичных состояний, в которых обе квазичастицы имеют разные спины ($j_1 \neq j_2$), использованы уравнения:

$$\frac{2}{G_N} = \frac{j_1 - 1/2}{\epsilon(j_1)} + \frac{j_2 - 1/2}{\epsilon(j_2)} + \sum_{j \neq j_1, j_2} \frac{j + 1/2}{\epsilon(j)}, \quad (3)$$

$$N = 2 + (2j_1 - 1)v_{j_1}^2 + (2j_2 - 1)v_{j_2}^2 + \sum_{j \neq j_1, j_2} (2j + 1)v_j^2. \quad (4)$$

В том случае, когда обе квазичастицы находятся на одной подблочке ($j_1 = j_2$), уравнения (3) и (4) упрощаются. Обозначения те же самые, что и в /6/. Уравнения (1)+(4) учитывают влияние неспаренных квазичастиц на сверхтекучие свойства системы в каждом состоянии атомного ядра. Роль эффекта блокировки в сферических ядрах оценивается ниже.

Рассчитанные энергии E (Мэв), корреляционные функции C (Мэв) и химические потенциалы λ в единицах $\hbar \omega_0$ для одноквазичастичных состояний представлены в виде таблиц 1 и 2. Энергии E являются разностью между соответствующими энергиями возбужденных состояний и энергией основного состояния ядра. В основном состоянии нечетной системы корреляционная функция имеет наименьшее значение и с увеличением

энергии возбуждения увеличивается. Для возбужденных состояний вблизи 5 Мэв это увеличение достигает 10+20%, а для систем с числом нуклонов вблизи магических чисел - до 30+35%.

В табл. 3 и 4 показаны энергии E , корреляционные функции C и химические потенциалы λ для двухквазичастичных состояний. Корреляционная функция основного состояния четной системы в большинстве случаев на 20+30% больше, чем корреляционная функция наинизшего состояния (K, K) . С увеличением энергии двухквазичастичного состояния растет и корреляционная функция. Изменение корреляционной функции при переходе от основного к двухквазичастичным возбужденным состояниям варьируется в пределах от 10 до 30%, а в некоторых случаях и до 40%.

Влияние сверхтекучести на поведение одночастичных уровней таково, что в основном сохраняется последовательность заполнения уровней нуклонами, т.е. в основном состоянии нечетной системы последняя частица остается на том же уровне среднего поля при включении парных корреляций. Расчеты, сделанные для сферических ядер с числом нейтронов $N = 57, 67, 69, 75$ и 77 , показывают, что энергетически выгодным состоянием этих систем является состояние, при котором последняя частица, квазичастица, оказывается на соседнем верхнем или нижнем уровне среднего поля. Это явление объясняет спины основных состояний большой группы нечетных A -ядер.

Примером могут служить ядра ${}_{44}\text{Ru}_{57}^{101}$ и ${}_{46}\text{Pd}_{57}^{103}$. Спин и четность основного состояния этих ядер равны $5/2^+$. Но подболочка $d_{5/2}$ уже заполнена нейтронами, и в модели оболочек должна заполняться следующая подболочка $g_{7/2}$. При включении парных корреляций энергия состояния системы, состоящей из 57 нейтронов, оказывается наименьшей, когда последняя квазичастица находится в подболочке $d_{5/2}$.

Эффективное изменение последовательности заполнения уровней $1h_{11/2}$ и $3s_{1/2}$ наблюдается для ядер ${}_{48}\text{Cd}^{115}$, ${}_{50}\text{Sn}^{117}$, ${}_{52}\text{Te}^{119}$, ${}_{48}\text{Cd}^{117}$, ${}_{50}\text{Sn}^{119}$, ${}_{52}\text{Te}^{121}$. Таким же изменением последовательности уровней $1h_{11/2}$ и $2d_{3/2}$ можно объяснить спин основного состояния ядер с числом нейтронов $N = 75$ и 77 . Изменение последовательности уровней при включении парных корреляций наступает, если значение химического потенциала близко к значению энергии соседнего одночастичного уровня.

Следует отметить, что нейтронная и протонная схемы уровней среднего поля для целой области ядер массовых чисел $100 < A < 150$ фиксированы. Не учитываются изменения одночастичных уровней в зависимости от A . Это позволяет выделить и проследить роль парных корреляций в этой большой области сферических ядер.

Зависимость уровней среднего поля от A для сферических ядер исследована Б. Коэном /12-14/. Автор считает, что одночастичная структура определяется главным образом тем, какие состояния заняты, и меньше зависит от того, что мы рассматриваем - нейтроны или протоны. Расположение уровней в оболочке $50+82$, представленное в /12/, для ядер с $A = 119$ очень близко к расположению одноквазичастичных состояний для нечетных нейтронных систем с $N = 67, 69, 71$, рассчитанному в настоящей работе. Энергетическая ширина оболочки $50+82$ равна $3,5 \text{ Мэв}^{/6/}$, а расстояние между крайними уровнями этой же оболочки для $A = 119$ в /12/ равно $1,8 \text{ Мэв}$. С учетом парных корреляций для $N = 67, 69, 71$ (см. табл. 1) достигается сжатие рассматриваемой оболочки от $3,5 \text{ Мэв}$ до $1,8+2 \text{ Мэв}$. Если сравним энергетическую ширину и расположение уровней оболочки $50+82$ для ядра с $A = 139$, где $N = 81$, т.е. когда отсутствуют парные корреляции, оказывается, что они близки в обеих работах /6/ и /12/, за исключением того, что подоболочки $d_{5/2}$ и $g_{7/2}$ меняются местами.

В табл. 5 приведены некоторые двухквазичастичные состояния $(K, K+1)$ и $(K-1, K)$.

Видно, что учет эффекта блокировки понижает значения энергии в основном на $200-300 \text{ кэв}$, а в отдельных случаях и больше. При этом согласие с экспериментальными данными улучшается. Для некоторых четно-четных ядер эффект блокировки приводит к незначительному опусканию ($100-200 \text{ кэв}$) этих состояний ниже энергетической щели $2C$.

Чтобы сравнить роль эффекта блокировки в сферических и деформированных ядрах, приведем некоторые данные работы /5/. Понижение значений энергии возбужденных $(K, K+1)$ состояний из-за этого эффекта для деформированных ядер варьируется в границах $400+700 \text{ кэв}$ по сравнению с величинами $\epsilon(K) + \epsilon(K+1)$. Все эти возбужденные состояния на-

ходятся ниже величины щели $2C$ на $300+700$ кэв, в то время как для сферических ядер не все $(K, K+1)$ состояния опущены ниже величины этой щели.

При сравнении расчетных энергий с экспериментальными значениями в табл. 5 принималось во внимание совпадение $\log ft$ для бета-перехода на соответствующее двухквартичное состояние с $\log ft$ аналогичных переходов в соседних нечетных ядрах /11,15/.

Расчитанные энергии и сверхтекучие характеристики чистых квартичных состояний с учетом блокировки в рамках сверхтекучей модели могут быть использованы при изучении других более сложных физических процессов, связанных со структурой этих ядер.

Считаю своим приятным долгом выразить глубокую благодарность доктору В.Г. Соловьеву и Л.А. Малову за плодотворные советы и обсуждения во время работы.

Л и т е р а т у р а

1. В.Г. Соловьев. В сб. "Структура сложных ядер", Атомиздат, 1966.
2. L.S. Kisslinger, R.A. Sorensen. *Mat.-Fys.Medd.Dan.Vid.Selsk.*, 32, n.9 (1960).
3. L.S. Kisslinger, R.A. Sorensen. *Rev.Mod.Phys.*, 35, 853 (1963).
4. C.J. Veje. *Mat.Fys.Medd.Dan.Vid.Selsk.*, 35, n.1 (1966).
5. В.Г. Соловьев. Влияние парных корреляций сверхпроводящего типа на свойства атомных ядер, Атомиздат, 1963. *Selected Top. in Nucl. Theoty. Int. Atomic Energy Agency* (1963).
6. Л.А. Малов, В.Г. Соловьев, И.Д. Христов. *ЯФ*, 6, 1186 (1967).
7. В.П. Гаристов, И.Д. Христов. Препринт ОИЯИ, Р4-3584, Дубна, 1967.
8. И.Д. Христов. Квазичастичные состояния ядер в области $100 < \Lambda < 150$. Программа и тезисы докладов XIX ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Изд-во "Наука", Л., 1969.

9. C.M. Lederer, J.M. Hollander, I. Perlman. *Table of Isotopes. Print. USA (1968).*
10. Б.С. Джелепов, А.К. Пекер, В.О. Сергеев. *Схемы распада радиоактивных ядер (1963).*
11. Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, Я. Липтак, А.К. Пекер. *Препринт ОИЯИ, Р6-3468, Дубна, 1967.*
12. B.L. Cohen. *One Particle Motion in Spherical Nuclei. Univ. of Pittsburgh, Pennsylvania, Preprint (1968).*
13. B.L. Cohen. *Am.Jour.Phys., 33, 1011 (1965).*
14. B.L. Cohen. *Phys.Rev., 130, 227 (1963).*
15. К. Александер. *Препринт ОИЯИ, Р6-3785, Дубна, 1968.*

Рукопись поступила в издательский отдел

16 января 1970 года.

Таблица 1

* \sqrt{E} , корреляционные функции C и химические потенциалы λ для
 Энергии λ и химические потенциалы λ для
 одноквазичастичных состояний в нейтронно-нечетных ядрах в области $53 < N \leq 85$

l, j	$N=53$			$N=55$			$N=57$			$N=59$			$N=61$			$N=63$			$N=65$			$N=67$			
	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	
6,5	5,7	1,21	5,534	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,7	2,8	1,18	5,534	3,1	1,26	5,582	3,3	1,29	5,628	3,6	1,35	5,670	3,9	1,38	5,712	4,1	1,40	5,756	4,5	1,33	5,796	4,9	1,38	5,835	
0	0,86	5,516	0	1,05	5,571	0	1,14	5,621	0	1,24	5,665	0,5	1,30	5,708	0,6	1,33	5,752	1,1	1,27	5,794	1,3	1,33	5,833		
1,1	0,8	0,89	5,496	0,5	1,05	5,548	0,1	1,09	5,599	0	1,17	5,648	0	1,22	5,696	0	1,26	5,745	0,3	1,21	5,790	0,5	1,28	5,831	
2,3	1,9	0,92	5,491	1,4	1,09	5,542	0,9	1,14	5,590	0,6	1,22	5,635	0,4	1,25	5,679	0,1	1,26	5,725	0	1,14	5,772	0	1,22	5,820	
3	2,8	0,93	5,489	2,2	1,10	5,540	1,7	1,17	5,588	1,3	1,24	5,632	1,0	1,29	5,675	0,6	1,30	5,718	0,5	1,19	5,761	0,5	1,23	5,807	
	2,7	1,11	5,539	2,1	1,18	5,587	1,9	1,26	5,631	1,5	1,31	5,673	1,1	1,32	5,717	0,8	1,32	5,759	0,6	1,25	5,803	0,6	1,25	5,803	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	1,35	5,671	5,5	1,38	5,713	5,2	1,28	5,754	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

l, j	$N=69$			$N=71$			$N=73$			$N=75$			$N=77$			$N=79$			$N=85$					
	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ			
9/2	5,0	1,38	5,871	5,2	1,37	5,907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/2	1,5	1,34	5,870	1,8	1,34	5,906	2,1	1,31	5,940	2,3	1,22	5,975	2,7	1,09	6,011	2,9	0,84	6,050	-	-	-	-	-	-
9/2	0,7	1,32	5,869	0,9	1,31	5,904	1,2	1,29	5,938	1,4	1,21	5,973	1,7	1,08	6,009	2,0	0,83	6,049	5,0	1,03	6,459	-	-	-
5/2	0	1,26	5,861	0,2	1,27	5,898	0,5	1,25	5,934	0,5	1,18	5,969	0,8	1,06	6,006	1,0	0,82	6,045	4,0	1,02	6,460	-	-	-
9/2	0,15	1,25	5,888	0,7	1,25	5,888	0	1,24	5,924	0,1	1,16	5,961	0,2	1,03	5,998	0,3	0,80	6,038	3,2	1,01	6,460	-	-	-
5/2	0,3	1,27	5,844	0,2	1,27	5,881	0,1	1,25	5,918	0	1,17	5,953	0	1,04	5,990	0,7	0,81	6,029	2,8	1,01	6,460	-	-	-
9/2	4,4	1,35	5,856	4,1	1,36	5,872	3,8	1,36	5,908	3,5	1,30	5,942	3,3	1,22	5,977	3,1	1,07	6,014	0,7	0,75	6,444	-	-	-
5/2	-	-	-	4,9	1,37	5,872	4,6	1,37	5,908	4,3	1,31	5,942	4,1	1,23	5,977	3,8	1,08	6,013	0,6	0,75	6,434	-	-	-
9/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	1,23	5,977	4,6	1,09	6,013	1,3	0,76	6,430
5/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* \sqrt{E} Величины E и C даны в Мэв, λ - в единицах $h^0 \omega_0 = 41 \times \lambda^{-1/3}$.

Таблица 2

Энергии E , корреляционные функции C и химические потенциалы λ для одноквазичастичных состояний в протонно-нейтронных ядрах в области $49 < Z < 59$

i	$Z = 43$			$Z = 44$			$Z = 45$			$Z = 47$			$Z = 53$			$Z = 55$			$Z = 57$			$Z = 59$					
	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ	E	C	λ			
$d_{5/2}$	2,0	1,35	5,004	2,4	1,28	5,057	2,8	1,06	5,113																		
$f_{3/2}$	1,4	1,32	5,004	1,9	1,27	5,056	2,3	1,05	5,112																		
$p_{1/2}$	0,2	1,25	4,996	0,5	1,21	5,050	0,8	1,01	5,106	4,2	1,10	5,538	4,4	1,25	5,576	4,7	1,23	5,617	4,8	1,27	5,653						
$g_{9/2}$	0	1,20	4,974	0	1,16	5,032	0	0,98	5,090	3,1	1,09	5,539	3,4	1,24	5,576	3,6	1,22	5,617	3,8	1,26	5,653						
$g_{7/2}$	4,2	1,36	4,954	3,8	1,36	5,008	3,3	1,27	5,060	0	0,80	5,521	0	1,04	5,562	0	1,07	5,606	0,1	1,14	5,644						
$d_{5/2}$	5,0	1,37	4,953	4,5	1,36	5,008	4,0	1,28	5,060	0,5	0,81	5,509	0,3	1,04	5,550	0,2	1,06	5,594	0	1,12	5,633						
$h_{11/2}$	-	-	-	-	-	-	-	5,0	1,29	5,060	1,4	0,82	5,504	1,1	1,07	5,544	0,8	1,09	5,587	0,6	1,15	5,624					
$i_{3/2}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,84	5,501	2,6	1,08	5,540	2,3	1,11	5,584	1,9	1,18	5,620		
$s_{1/2}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	1,12	5,583	2,2	1,19	5,619			

8

Таблица 3

Энергии E , корреляционные функции C и химические потенциалы λ для двухквазичастичных состояний в нейтронной системе в области $54 \leq N \leq 88$

Структура	$N = 54$			$N = 56$			$N = 58$			$N = 60$			$N = 62$							
	K_1, K_2	E	C	K_1, K_2	E	C	K_1, K_2	E	C	K_1, K_2	E	C	K_1, K_2	E	C	λ				
$d_{5/2}, g_{7/2}$	$K, K+1$	2,8	0,75	5,528	$K, K+1$	2,5	0,90	5,587	$K, K-1$	2,7	1,04	5,641	$K-1, K$	3,0	1,14	5,691	$K-1, K$	3,4	1,21	5,741
$d_{5/2}, g_{9/2}$	$K-1$	5,2	1,06	5,570	$K, K-1$	5,8	1,15	5,620	$K-1, K-2$	6,4	1,26	5,663	$K-1, K-2$	7,0	1,32	5,701	$K-1, K-2$	7,6	1,37	5,751
$d_{5/2}, S_{1/2}$	$K, K+2$	3,8	0,79	5,522	$K, K+2$	3,5	0,95	5,578	$K-1, K+1$	3,4	1,10	5,627	$K-1, K+1$	3,4	1,17	5,673	$K-1, K+1$	3,5	1,21	5,720
$d_{5/2}, h_{11/2}$	$K, K+3$	4,6	0,81	5,521	$K, K+3$	4,3	0,97	5,576	$K-1, K+2$	4,2	1,12	5,624	$K-1, K+2$	4,2	1,21	5,668	$K-1, K+2$	4,1	1,25	5,713
$g_{7/2}, S_{1/2}$	$K+1, K+2$	4,6	0,82	5,502	$K+1, K+2$	3,9	0,96	5,553	$K, K+1$	3,4	1,04	5,604	$K, K+1$	3,1	1,11	5,655	$K, K+1$	2,9	1,11	5,707
$S_{1/2}, h_{11/2}$	$K+2, K+3$	6,5	0,86	5,496	$K+2, K+3$	5,7	1,02	5,546	$K+1, K+2$	5,1	1,12	5,592	$K+1, K+2$	4,5	1,19	5,638	$K+1, K+2$	4,0	1,22	5,683
Основное	0	1,23	5,532	-	0	1,31	5,581	-	0	1,40	5,625	-	0	1,47	5,668	-	0	1,51	5,712	

Таблица 3

(Продолжение)

Структура	N' = 64			N' = 66			N' = 68			N' = 70			N' = 72			
	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	
S _{I/2} 9/7/2	K ₁ , K ₂	2,9	1,15	5,763	K ₁ , K ₂ -I	2,8	1,06	5,818	K ₁ -I, K ₂ -2	3,2	1,15	5,859	K ₁ -I, K ₂ -2	3,5	1,19	5,895
S _{I/2} d _{5/2}	K ₁ , K ₂ -I	3,7	1,23	5,771	K ₁ , K ₂ -2	3,7	1,13	5,820	K ₁ -I, K ₂ -3	4,1	1,20	5,861	K ₁ -I, K ₂ -3	4,5	1,21	5,897
S _{I/2} h _{II/2}	K ₁ , K ₂ +2	3,4	1,20	5,730	K ₁ , K ₂ +I	2,7	0,99	5,782	K ₁ -I, K ₂	2,6	1,06	5,835	K ₁ -I, K ₂	2,6	1,10	5,878
S _{I/2} d _{3/2}	-	-	-	-	K ₁ , K ₂ +2	3,1	1,02	5,778	K ₁ -I, K ₂ +I	2,9	1,09	5,830	K ₁ -I, K ₂ +I	2,9	1,13	5,871
h _{III/2} 9/7/2	-	-	-	-	K ₁ , K ₂ -I	3,1	1,07	5,802	K ₁ , K ₂ -2	3,2	1,13	5,846	K ₁ , K ₂ -2	3,4	1,16	5,884
d _{3/2} h _{II/2}	-	-	-	-	K ₁ , K ₂ +I	3,6	1,08	5,766	K ₁ , K ₂	3,1	1,10	5,814	K ₁ , K ₂	2,8	1,16	5,858
d _{5/2} h _{II/2}	K ₁ -I, K ₂ +2	4,2	1,27	5,760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
d _{5/2} 9/7/2	K ₁ -I, K ₂	4,0	1,29	5,788	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Основное	V	0	1,53	5,755	V	0	1,37	5,795	V	0	1,40	5,835	V	0	1,40	5,872
Структура	N' = 74			N' = 76			N' = 78			N' = 86			N' = 88			
	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	K ₁ , K ₂	E	с	
S _{I/2} 9/7/2	K ₁ -I, K ₂ -2	4,2	1,13	5,965	K ₁ -I, K ₂ -2	4,6	1,01	6,001	K ₁ -I, K ₂	5,0	0,78	6,039	K ₁ , K ₂	2,5	0,70	6,456
S _{I/2} d _{5/2}	K ₁ -I, K ₂ -3	5,2	1,14	5,967	K ₁ -I, K ₂ -3	5,6	1,02	6,002	K ₁ -I, K ₂ -3	6,0	0,79	6,041	K ₁ , K ₂ +2	3,2	0,71	6,452
S _{I/2} h _{II/2}	K ₁ -I, K ₂	2,9	1,07	5,953	K ₁ -I, K ₂	3,0	0,96	5,990	K ₁ -I, K ₂	3,2	0,75	6,029	K ₁ , K ₂ +2	3,8	0,72	6,441
S _{I/2} d _{3/2}	K ₁ -I, K ₂ +I	2,9	1,08	5,945	K ₁ -I, K ₂ +I	2,9	0,97	5,981	K ₁ -I, K ₂ +I	2,9	0,76	6,019	K ₁ , K ₂ +3	4,7	0,72	6,449
d _{3/2} h _{II/2}	K ₁ +I, K ₂	2,5	1,06	5,935	K ₁ +I, K ₂	2,4	0,95	5,972	K ₁ +I, K ₂	2,2	0,74	6,012	K ₁ , K ₂ -I	5,4	1,10	6,514
d _{7/2} h _{9/2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
d _{7/2} h _{13/2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
h _{9/2} h _{13/2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
d _{7/2} p _{3/2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
d _{7/2} d _{3/2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Основное	V	0	1,35	5,943	V	0	1,26	5,978	V	0	1,12	6,015	V	0	1,05	6,457

Таблица 5 а

Энергии двухквантовых состояний (К, К+1)

Ядро	Система	I л	Шель 2С /Мэв/		Энергия /Мэв/		Эксперим.	ε (К)+ ε (К+1)		К, К+1
			Рассчет	Эксперим.	Рассчет	Эксперим.		ε (К)+	ε (К+1)	
42 Mo 96	Нейтронная	6+	2,5	2,8	2,8	2,757	2,757	3,07	d _{5/2} , g _{7/2}	
50 Sn 116	Нейтронная	6-	2,8	2,7	2,7	2,777	2,777	3,04	s _{1/2} , h _{11/2}	
50 Sn 118	Нейтронная	7-	2,8	3,1	3,1	2,580	2,580	3,33	h _{11/2} , d _{3/2}	
50 Sn 120	Нейтронная	7-	2,8	2,8	2,8	2,510	2,510	3,09	h _{11/2} , d _{3/2}	
54 Xe 130	Нейтронная	5-	2,5	2,4	2,4	2,356	2,356	2,64	h _{11/2} , d _{3/2}	
62 Sm 148	Нейтронная	5+	2,1	2,5	2,5	2,215	2,215	2,79	f _{7/2} , h _{9/2}	
58 Ce 138	Нейтронная	6+	2,5	2,4	2,4	2,372	2,372	2,63	g _{7/2} , d _{5/2}	

s p d f g h
+ - + - + -

Таблица 5 б

Энергии двухквантовых состояний (К, К-1)

Ядро	Система	I л	Шель 2С /Мэв/		Энергия /Мэв/		Эксперим.	ε (К)+ ε (К-1)		К, К-1
			Рассчет	Эксперим.	Рассчет	Эксперим.		ε (К)+	ε (К-1)	
46 Pd 106	Нейтронная	(5,6+)	2,9	3,0	3,0	2,949	2,949	3,26	g _{7/2} , d _{5/2}	
50 Sn 118	Нейтронная	5-	2,8	2,6	2,6	2,319	2,319	2,96	h _{11/2} , s _{1/2}	
50 Sn 120	Нейтронная	5-	2,8	2,6	2,6	2,310	2,310	2,96	h _{11/2} , s _{1/2}	
58 Ce 138	Нейтронная	7-	1,7	2,2	2,2	2,120	2,120	2,54	d _{3/2} , h _{11/2}	
56 Ba 136	Нейтронная	7-	1,7	2,2	2,2	2,040	2,040	2,54	d _{3/2} , h _{11/2}	
46 Pd 106	Протонная	(5-)	2,7	3,1	3,1	2,739	2,739	3,43	g _{9/2} , p _{1/2}	