

## ЭНЕРГИИ СВЯЗИ $\Lambda$ -ГИПЕРОНОВ И ПАРАМЕТРЫ ОБОЛОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ ЛЕГКИХ ГИПЕРЯДЕР

М. И. Козлов, В. Н. Фетисов

В статье /1/ были рассчитаны спектры низколежащих уровней некоторых легких гиперядер 1 р-оболочки с центральными гиперон-нуклонными силами в базе состояний низшей конфигурации  $|s_{\Lambda}^4 p^n\rangle$ . В этой работе для гиперядер  ${}_{\Lambda}\text{He}^{7,8}$ ,  ${}_{\Lambda}\text{Li}^{7,8,9}$  и  ${}_{\Lambda}\text{Be}^{7,9}$  изучается зависимость между параметрами оболочечной модели  $U$  и  $\Delta$ , возникающая из условия равенства теоретического и экспериментального значений  $B_{\Lambda}$  — энергии связи  $\Lambda$ -гиперона. Параметры  $U$  и  $\Delta$  уже обсуждались ранее /2,3/ в упрощенной оболочечной модели гиперядер с одним значением спина  $J$  нуклонного остова. На современном уровне оболочечной теории гиперядер трудно сказать что-либо строго определенное о степени точности расчета в этой модели энергии связи  $B_{\Lambda}$ , \*) тем не менее представляет интерес хотя бы грубо оценить границы области изменения  $U$  и  $\Delta$  от ядра к ядру с учетом смешивания всех базисных состояний.

Вычисление среднего значения гамильтониана гиперядра по волновой функции основного состояния  $|J_{\Lambda} T\rangle$  приводит к следующему выражению для  $B_{\Lambda}$ :

---

\*) Можно думать, что значения  $B_{\Lambda}$  в оболочечной модели рассчитываются, по-видимому, с той же точностью, что и одночастичные (дырочные) уровни обычных ядер.

$$\begin{aligned}
 V_{\Lambda}(\Lambda Z^A) &= V_{\Lambda}(\Lambda \text{He}^5) - \sum \alpha_{\lambda} \alpha_{\lambda'} M_{\lambda\lambda'} - n \cdot u - \\
 &- \sum_{J, \nu} \left\{ \beta_j^{(\nu)} \right\}^2 \epsilon_j^{(\nu)} - \sum_{J, \nu} \left\{ \beta_j^{(\nu)} \right\}^2 \epsilon_j^{(0)}. \quad (1)
 \end{aligned}$$

В этой формуле индекс  $\lambda$  - совокупность квантовых чисел базисных состояний, включающая схему Юнга [f], орбитальный момент  $L$ , спин  $S$  и полный спин  $J$  конфигурации  $|s^4 p^n \lambda\rangle$  нуклонного остова.  $\alpha_{\lambda}$  - коэффициенты разложения функции гиперядра  $|J T\rangle$  со спином  $J_{\Lambda}$  и изоспином  $T$  по базисным функциям  $|s_{\Lambda}^4 p^n \lambda; J_{\Lambda} T\rangle$ ;  $M_{\lambda\lambda'}$  - матричные элементы зависящей от спинов части потенциала взаимодействия  $\Lambda$ -гиперона с  $r$ -нуклонами, вычисленные по функциям  $|s_{\Lambda}^4 p^n \lambda; J_{\Lambda} T\rangle$ . Произведение  $n \cdot u$  есть среднее значение в состоянии  $|J T\rangle$  независящей от спинов части потенциала взаимодействия  $\Lambda$ -гиперона с  $r$ -нуклонами. В обозначениях статьи [1] параметры модели  $U$  и  $\Delta$  определяющие  $V_{\Lambda}$ , выражаются через интегралы  $F_s$  и  $F_t$  от  $\Lambda N$ -потенциалов по одночастичным волновым функциям гиперона и нуклона, причем

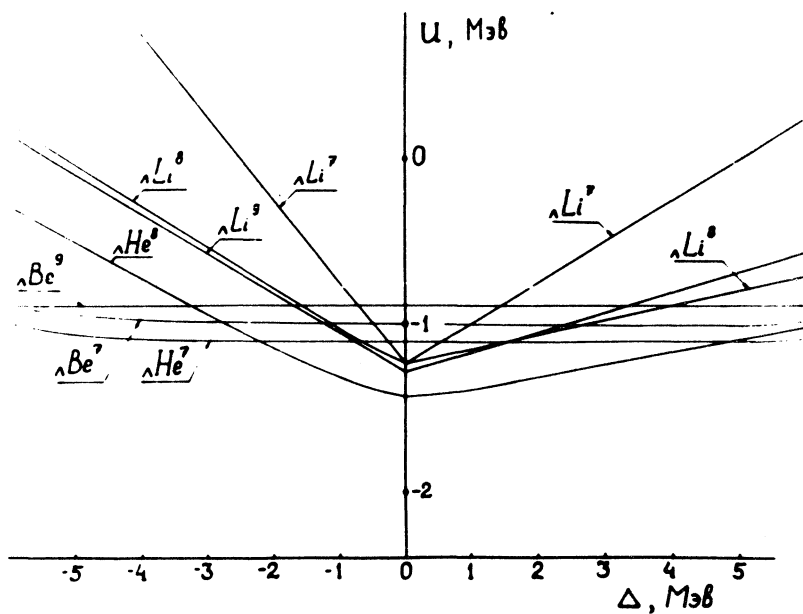
$$U = \frac{1}{4} \left\{ F_s + 3F_t + \frac{1}{3}(F_s + 3F_t) \right\}, \quad \Delta = F_s - F_t + \frac{1}{3}(F_s - F_t). \quad (2)$$

Для вычисления  $V_{\Lambda}$  необходимо найти  $E_j^{(\nu)}$  - энергию возбуждения ядерного уровня с номером  $\nu$  по отношению к положению первого уровня, обладающего тем же спином  $J$ , а также  $\epsilon_j^{(0)}$  - энергию возбуждения низшего уровня со спином  $J$  по отношению к основному состоянию ядра. Кроме этого, нужно знать коэффициенты разложения  $\beta_j^{(\nu)}$  функции  $|J_{\Lambda} T\rangle$  в новом базисе, построенном из собственных функций  $|s^4 p^n(\nu)\rangle$ ;  $J T\rangle$  нуклонного гамильтониана. Коэффициенты  $\alpha_{\lambda}$  к энергии нуклонного остова и гиперядер рассчитывались (путем стандартной процедуры диагонализации энергетических матриц) в модели легких ядер с промежуточной связью с параметрами  $L$ ,  $k$  и  $a$ , найденными в работе [4].

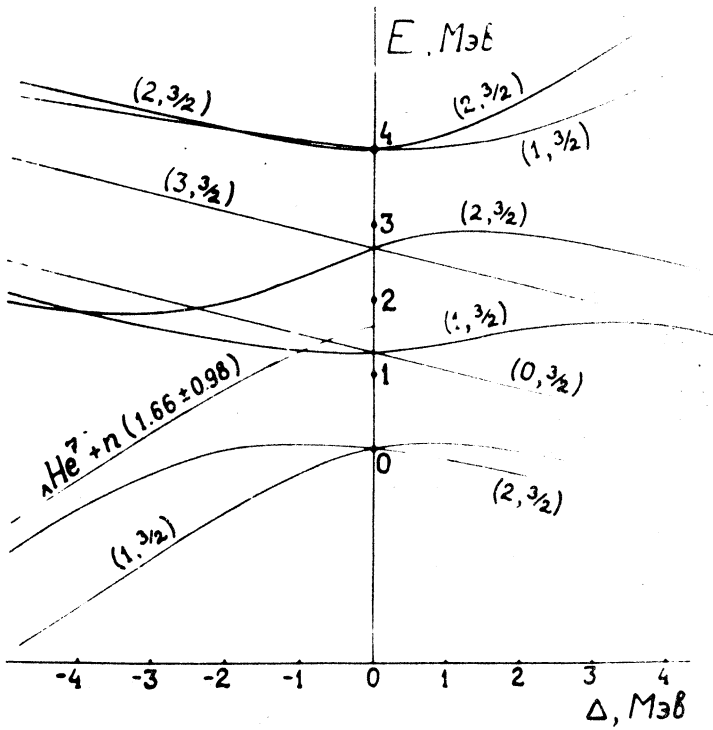
Поскольку величины  $\alpha_{\lambda}$ ,  $\beta_j^{(\nu)}$ ,  $M_{\lambda\lambda'}$  определяются только параметром  $\Delta$ , а энергии  $\epsilon_j^{(0)}$  и  $E_j^{(\nu)}$  находятся из спектра обычного ядра, то, подставив в (1) экспериментальные значения  $V_{\lambda}$  и изменяя  $\Delta$ , можно построить зависимость параметра  $U$  от  $\Delta$ . Используя  $V_{\lambda}$  из обзора /3/, мы для каждого гиперядра строили график функции  $U = \varphi(\Delta)$ , надеясь обнаружить пересечение этих кривых для разных гиперядер при одних и тех же, или, по крайней мере, близких друг к другу значениях  $U$  и  $\Delta$ . Результаты расчета представлены на рис. 1.

Согласно данным обзора Пневского /3/ для рассматриваемых гиперфрагментов с наибольшей точностью определены  $V_{\lambda}$  у ядер  ${}_{\lambda}Li^8$  (225 случаев) и  ${}_{\lambda}Be^9$  (177 случаев). Для этой пары ядер, как видно из рис. 1,  $U$  и  $\Delta$  близки к  $-0,9$  Мэв и  $-1,5$  Мэв или  $+4$  Мэв соответственно. Так как спин  ${}_{\lambda}Li^8$  вероятнее всего равен  $1/5$ , то анализ /1/ спектра уровней этого ядра в данной модели исключает положительные  $\Delta$ . Неопределенность в значениях  $V_{\lambda}$  /3/ допускает сдвиг каждой кривой на рис. 1 вверх или вниз (вдоль оси  $U$ ) на величины  $\delta U({}_{\lambda}He^7) = 0,1$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}Li^7) = 0,04$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}Be^7) = 0,07$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}He^8) = 0,27$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}Li^8) = 0,02$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}Li^9) = 0,04$  Мэв,  $\delta U({}_{\lambda}Be^9) = 0,015$  Мэв. Если учесть эти возможные сдвиги кривых, то минимальный разброс  $\Delta$  для ядер  ${}_{\lambda}He^{7,8}$ ,  ${}_{\lambda}Li^9$ ,  ${}_{\lambda}Be^7$  может быть заключен где-то в интервале  $-1,0 \pm -1,8$  Мэв. Примерно эта же область  $\Delta$  характерна для пары ядер  ${}_{\lambda}Li^8$ ,  ${}_{\lambda}Be^9$ . Обычно полагают, что  $U$  слабо меняется от ядра к ядру. Принимая  $U = -0,9 \pm -1,0$  Мэв /3/, из рис. 1 по кривой для  ${}_{\lambda}Li^7$  находим, что  $\Delta = -0,6 \pm -0,8$  Мэв. Однако эта цифра для  ${}_{\lambda}Li^7$ , возможно, не является достаточно надежной вследствие довольно широкого распределения  $V_{\lambda}$  у  ${}_{\lambda}Li^7$  /6/.

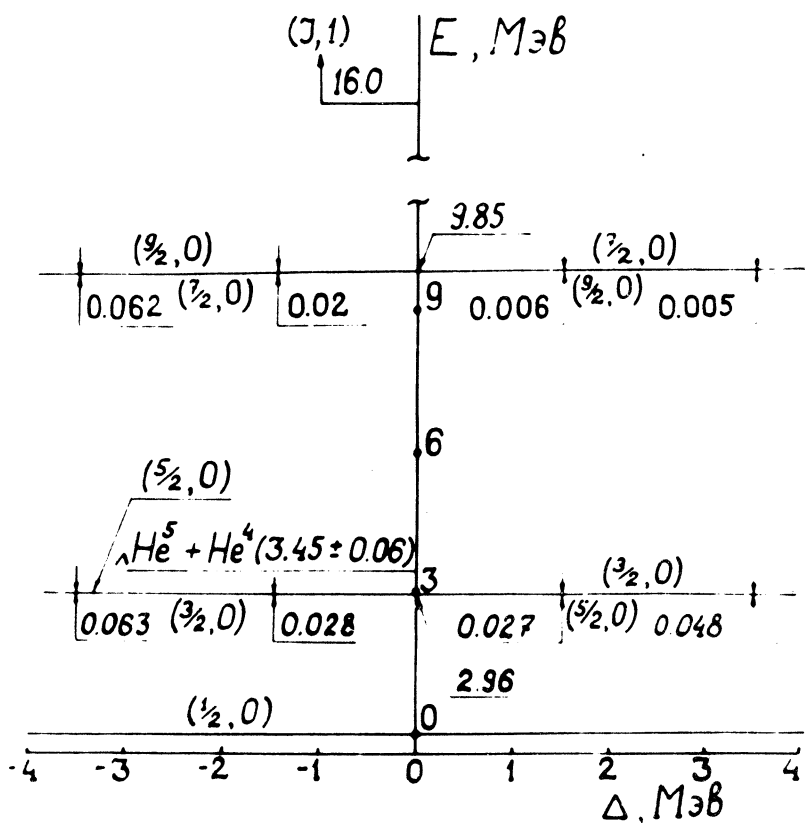
Довольно грубые оценки  $\Delta$ , полученные здесь из анализа  $V_{\lambda}$ , не очень сильно отличаются от значений  $\Delta$ , найденных в /1/ по относительно расположению уровней гиперядер с  $A=7,8$  и  $9$ . В дополнение к предыду-



Р и с. 1. Зависимость  $U = f(\Delta)$  для некоторых гипер-ядер 1р-оболочки.



Р и с. 2. Спектр уровней  ${}^7\text{He}$



Р и с. 3. Спектр уровней  ${}^9\text{Be}$

шим результатам /1/, на рис. 2 и 3 показан спектр уровней  $^8\text{He}$  и  $^9\text{Be}$  как функция  $\Delta$ . Экспериментальное обнаружение уровней гиперядер было бы важно для более глубокого понимания их структуры.

Поступила в редакцию  
21 апреля 1971 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. М. И. Козлов, В. Н. Фетисов. Краткие сообщения по физике, № 3, 68 (1971).
2. R. H. Dalitz, Nuclear Interactions of the Hyperons, Oxford University Press, 1965.
3. J. Pniewski. Lectures at International School of Elementary Particle Physics, Herceg-Novi, Yugoslavia, 1969.
4. А. Н. Бояркина. Изв. АН СССР, 28, 3381 (1964).
5. R. H. Dalitz. Nucl. Phys., 41, 78 (1963).
6. C. Mayer, J. Sacton, P. Vilain, G. Wilquest, D. Stanley, P. Allen, D. H. Davis, E. R. Fletcher, D. A. Garbutt, M. A. Shaukat, J. E. Allen, V. A. Bull, A. P. Conway, P. V. March. Nuovo Cimento, 43A, 180 (1966).