

## Изотопический спин в легких ядрах

М.А. Жусупов, К.А. Жаксыбекова, Р.С. Кабатаева,  
 А.С. Копенбаева, И.Е. Кенжина  
 НИИЭТФ, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

В легких атомных ядрах изотопический спин считается хорошим квантовым числом. Точность его определяется отношением кулоновского взаимодействия к ядерному. Кулоновское взаимодействие смешивает состояния с различными изоспинами (при одинаковых значениях спина и четности  $J^{\pi}$ ).

Так, в нечетных ядрах уровни с изоспинами  $T = 3/2$  не могут распадаться с вылетом нуклонов ( $t = 1/2$ ) на уровни дочернего ядра с  $T_f = 0$ . Но за счет смешивания в начальном состоянии изоспинов  $T_i = 3/2$  и  $T_i = 1/2$ , за счет малой примеси последних, такой распад оказывается возможным. Величина примеси рассчитывается по теории возмущений.

Нуклонные распады уровней с  $T = 3/2$  нечетных ядер можно разделить на 2 типа:

1. “Разрешенные” по энергии в ядрах  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^{11}\text{C}$  и  ${}^{15}\text{N}$ , поскольку в дочерних нечетно-нечетных ядрах с  $A = 6, 10$  и  $14$  уровни с  $T = 1$  лежат низко и на них возможен прямой переход из состояний материнских ядер с  $T = 3/2$  (рисунок 1).
2. “Запрещенные” по энергии переходы для ядер  ${}^9\text{Be}$  и  ${}^{13}\text{C}$ . В этих случаях в образующихся состояниях четно-четных ядер уровни с  $T = 1$  лежат высоко и переходы на них запрещены по энергии. Распады возможны только благодаря примеси (к  $T = 3/2$ ) уровней с  $T = 1/2$  за счет кулоновского взаимодействия (рисунок 2).

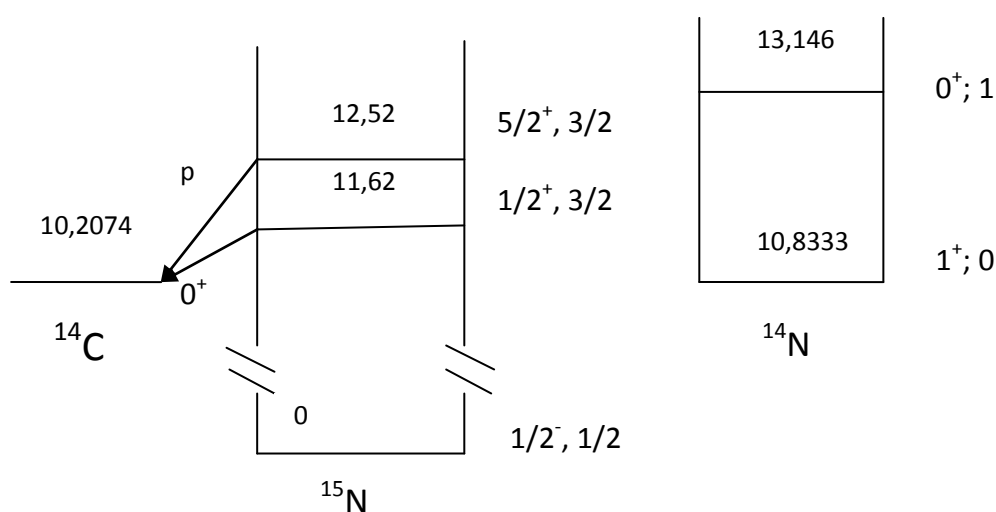


Рисунок 1 - Схема для нуклонного распада уровней с  $T = 3/2$  ядра  ${}^{15}\text{N}$  для “разрешенных” по изоспину переходов

Для ядер  ${}^7\text{Li}$  и  ${}^{11}\text{C}$  ситуация аналогична.

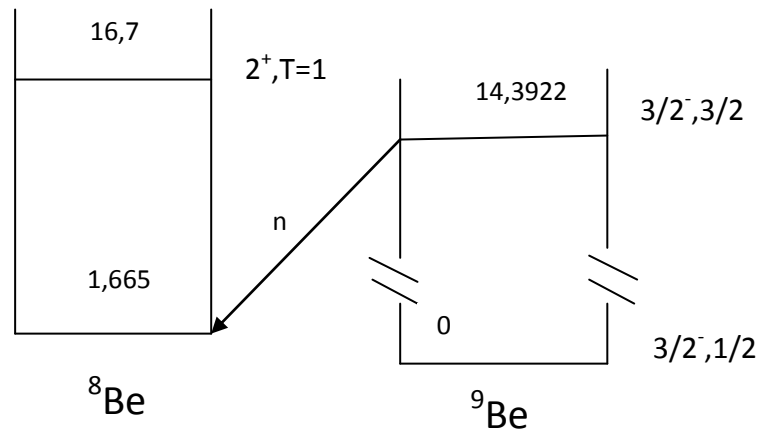


Рисунок 2 - Схема нуклонного распада уровней с  $T = 3/2$  ядра  ${}^9\text{Be}$  в случае “запрещенных” по изоспину переходов

Для ядра  ${}^{13}\text{C}$  картина такая же, как и для ядра  ${}^9\text{Be}$ .

Аналогичная ситуация возникает с  $\alpha$ -распадом четно-четных ядер.

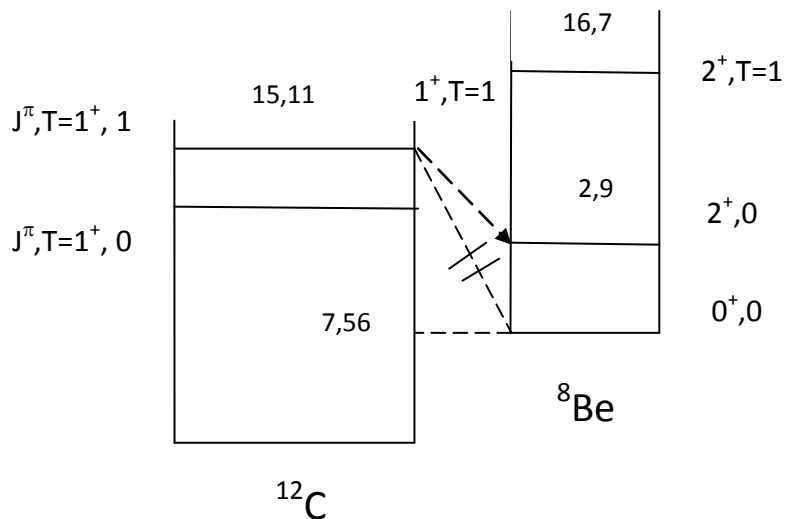


Рисунок 3

Здесь  $\Gamma_{\alpha}^{\text{теор.}} \approx 9,4$  эВ,  $\Gamma_{\alpha}^{\text{эксп.}} = 2,3 \pm 0,9$  эВ.

Как видно, теоретическое значение превышает экспериментальное в 3-4 раза. Согласие по порядку величины нахождения экспериментального

значения  $\Gamma_\alpha$  затруднено, поскольку оно оценено из значения  $\frac{\Gamma_\alpha}{\Gamma}$ , где  $\Gamma$  – содержит несколько радиационных  $\gamma$ -переходов, причем  $\sum \Gamma_\gamma \gg \Gamma_\alpha$ .

На рисунках 2 и 3 для ядра  ${}^8\text{Be}$  имеется уровень с  $J^\pi, T = 2^+, 1$ , лежащий при  $E$  порядка 16,7 МэВ, то есть выше, чем 14,392 МэВ в  ${}^9\text{Be}$  и 15,11 МэВ в  ${}^{12}\text{C}$  и на него не возможен прямой распад нуклона или альфа-частицы соответственно.

Расчеты ширины  $\Gamma$  показывают, что смешивание по изоспину мало, порядка  $10^{-4}$ , и для легких ядер 1р-оболочки изоспин является хорошим квантовым числом и может служить для идентификации уровней.