

НАБЛЮДЕНИЕ ГАМОВ – ТЕЛЛЕРОВСКОГО ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА В РЕАКЦИИ $^{90}\text{Zr} (^6\text{Li}, ^6\text{He}) ^{90}\text{Nb}$

*А.А.Виноградов, Ю.А.Глухов, В.И.Духанов,
И.Б.Мазуров, Б.Ф.Новацкий, А.А.Оглоблин,
В.В.Параманов, С.Б.Сакута, Д.Н.Степанов,
А.Г.Трунов, А.А.Цветков, К.Грама¹⁾, М.Михай¹⁾*

При энергии ионов ^6Li 93 МэВ исследованы реакции (^6Li , ^6He) на изотопах ^{13}C и ^{90}Zr в диапазоне углов $10 - 14^\circ$. Впервые в реакции (^6Li , ^6He) наблюдался гамов-теллеровский гигантский резонанс при $E_x \sim 8,7$ МэВ ядра ^{90}Nb и, возможно, $M1$ -резонанс при энергии возбуждения 13 МэВ, являющийся аналогом $M1$ – резонанса ядра ^{90}Zr .

¹⁾ ИЯФТ, СРР.

Сразу после открытия изобарических аналоговых состояний (ИАС), возбуждение которых в реакциях типа (p, n) можно рассматривать, как переходы фермиевского типа, было предсказано [1] существование гигантского гамов-теллеровского резонанса (ГТР). Естественно ожидать, что он будет хорошо возбуждаться в реакциях перезарядки с переворотом спина.

Интересные возможности в этом отношении дает реакция $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ в амплитуду которой основной вклад вносит взаимодействие $(\sigma_1\sigma_2)$ $(\tau_1\tau_2)$ [2, 3]. Этим реакция $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ может выгодно отличаться от других реакций перезарядки, например, (p, n) и $({}^3\text{He}, t)$, в которых существенную роль играет и взаимодействие без переворота спина. До последнего времени в реакции $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ не удавалось наблюдать ГТР главным образом по той причине, что энергии используемых пучков ионов ${}^6\text{Li}$ были недостаточно велики.

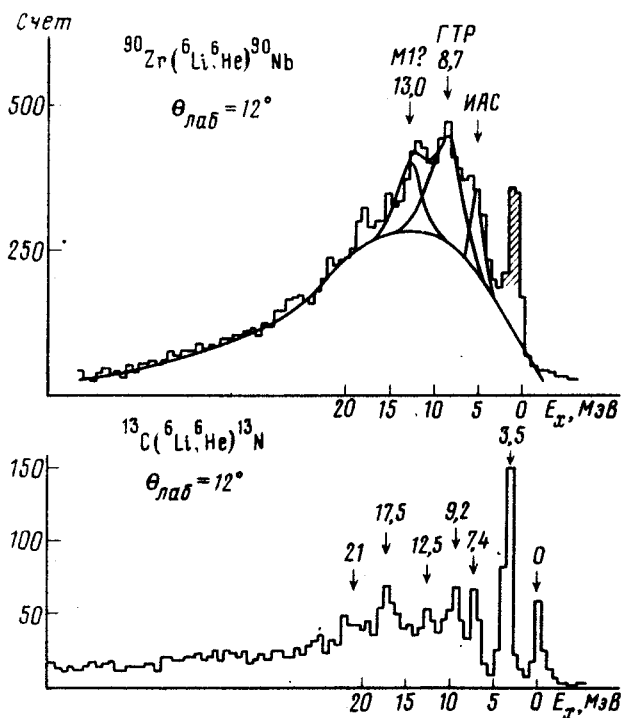
Цель настоящей работы состояла в изучении перспектив использования реакции $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ для изучения гамов-теллеровских и других типов возбуждений, связанных с переворотом спина. Особый интерес это направление исследований представляет в связи с тем, что недавно было сообщено об обнаружении ГТР в реакции (p, n) под 0° [4].

Реакция $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ исследовалась нами на пучке ионов ${}^6\text{Li}$ с энергией 93 МэВ. В качестве мишеней использовались самоподдерживающиеся пленки из изотопов ${}^{13}\text{C}$ и ${}^{90}\text{Zr}$. Продукты реакций регистрировались телескопом счетчиков $\Delta E_1 - \Delta E_2 - E$, включенных в двойную систему двумерного анализа $\Delta E_1 - E$ и $\Delta E_2 - E$, работающую в прямой связи с вычислительной машиной ЕС-1010. Запись в одномерный энергетический спектр производится только в том случае, если зарегистрированные события одновременно соответствовали выделенным областям локализации ${}^6\text{He}$ в двух двумерных спектрах. Для уменьшения фона от наложенных импульсов в тракты ΔE и E были включены режекторы наложений.

Энергетические спектры ядер ${}^6\text{He}$ были измерены при нескольких углах, начиная с 10° . Примеры спектров, полученных под углом 12° показаны на рисунке. В спектре возбуждения ядра ${}^{13}\text{N}$ наблюдаются группы уровней вплоть до энергии возбуждения ~ 20 МэВ, однако наиболее интенсивно возбуждается неразрешенный в нашем эксперименте дублет 3,51 ($3/2^-$) — 3,55 ($5/2^+$) МэВ, среди которого состояние $3/2^-$ отвечает гамов-теллеровскому переходу. Помимо иллюстрации избирательности реакции $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ к возбуждению гамов-теллеровских состояний реакция на изотопе ${}^{13}\text{C}$ служила нам для энергетической калибровки спектров ${}^{90}\text{Nb}$.

В приведенном на рисунке спектре ядер ${}^6\text{He}$ из реакции ${}^{90}\text{Zr}({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$ хорошо видна структура, которая грубо может быть аппроксимирована двумя пиками гауссовой формы с центрами при энергии возбуждения 8,7 и 13 МэВ и с ширинами 4,3 и 3 МэВ соответственно. Ошибка в положении и ширине пиков составляет примерно 0,5 МэВ и связана в основном с неоднозначностью разложения наблюдаемой структуры. Самый интенсивный пик, расположенный при энергии возбуждения 8,7 МэВ, соответствует положению гамов-теллеровского гигантского резонанса, обнаруженного в [4]. Значение энергии возбуждения ГТР, полученное

в обоих экспериментах хорошо согласуется с расчетами [5], выполненными в рамках теории конечных ферми-систем. Что касается пика при энергии возбуждения ~ 13 МэВ, то скорее всего он является аналогом $M1$ -резонанса ядра ^{90}Zr (1^+ , $T = 5$). Следует заметить, что в реакции (^6Li , ^6He) это состояние возбуждается значительно сильнее, чем в реакции (p , n). Неясным является происхождение группы, соответствующей энергии возбуждения 5 МэВ. В этой области находится изобар-аналоговое состояние 0^+ , $T = 5$. Его возбуждение в прямой реакции (^6Li , ^6He) запрещено правилами отбора и может происходить лишь в результате многоступенчатого механизма. Известно [6], что при низких энергиях ионов ^6Li (30 МэВ) такой механизм вносит определенный вклад в амплитуду реакции, но его роль при больших энергиях требует специального изучения.



Энергетические спектры ядер ^6He из реакций $^{13}\text{C}(^6\text{Li}, ^6\text{He})^{13}\text{N}$ и $^{90}\text{Zr}(^6\text{Li}, ^6\text{He})^{90}\text{Nb}$, полученные под углом 12° . Пик, помеченный штрихами на верхней половине рисунка, соответствует наложенным, импульсам от пика упругого рассеяния

Наряду с ГТР и $M1$ -резонансом в реакции (^6Li , ^6He) можно ожидать возбуждения других состояний, имеющих заметную величину гамма-теллеровского матричного элемента. Эти состояния согласно расчетам [5] должны лежать в ^{90}Nb заведомо ниже ИАС. Возможно, они маскируются пиком от наложенных импульсов упруго рассеянных ядер ^6Li , перекрывающим область энергий возбуждения 1 – 2 МэВ.

Основной результат работы состоит в том, что в реакции (^6Li , ^6He) возбуждение гигантских резонансов, связанных с переворотом спина, наблюдается даже при таких больших углах как $10 - 14^\circ$, и, следовательно, при переходе к меньшим группам избирательность этой реакции может оказаться значительно выше, чем в других реакциях перезарядки.

Для сравнения отметим, что в реакции (p, n) надежное наблюдение состояний гамов-теллеровского типа имеет место лишь при углах вблизи 0°

Более детальное обсуждение реакции (${}^6\text{Li}, {}^6\text{He}$) в частности, анализ угловых распределений будет сделано в отдельной публикации.

Авторы благодарны Ю.В.Гапонову и Д.П.Гречухину за полезные обсуждения.

Поступила в редакцию
18 декабря 1981 г.

Литература

- [1] K.J.Ikeda, S.Fujii, J.Fujita. *Phys. Lett.*, **3**, 271, 1963.
 - [2] V.I.Chuev, V.V.Davidov, V.I.Manko, B.G.Novatsky, S.B.Sakuta, D.N.Stepanov. *Phys. Lett.*, **31B**, 624, 1970.
 - [3] V.I.Chuev, V.V.Davidov, B.G.Novatsky, A.A.Ogloblin, S.B.Sakuta, D.N.Stepanov. *J. de Phys.*, **32**, с6-167, 1971.
 - [4] D.E.Bainum, J.Rapaport, C.D.Goodman, D.J.Horen, C.C.Foster, H.B.Greenfield, C.A.Goulding. *Phys. Rev. Lett.*, **44**, 1751, 1980.
 - [5] Ю.В.Гапонов, Ю.С.Лютостанский. *ЯФ*, **19**, 62, 1974.
 - [6] H.H.Duhm, H.Hafner, R.Renfortt, M.Goldschmidt, O.Dragun, K.-I. Kubo. *Phys. Lett.*, **48B**, 1, 1974.
-