

6061

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАД.

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P6-6061

В.Куш

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ^{202}Bi
ИЗ РАСПАДА ^{202}Po ПУТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО
ЗАХВАТА

1971

P6-6061

В.Куш

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ^{202}Bi
ИЗ РАСПАДА ^{202}Po ПУТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО
ЗАХВАТА

Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ

Куш В.

P6-8061

Возбужденные состояния ^{202}Bi из распада ^{202}Po
путем электронного захвата

Изучался распад ^{202}Po , полученного в реакции с тяжелыми ионами. На основании гамма-спектра из распада ^{202}Po путем электронного захвата сделаны выводы относительно схемы возбужденных уровней ^{202}Bi . В наблюдаемых спектрах были идентифицированы также гамма-линии ^{203}Bi и ^{202}Pb .

Сообщения Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1971

Kusch W.

P6-6061

Excited States of ^{202}Bi from the Decay of ^{202}Po
by the Electron Capture

The decay of ^{202}Po , obtained in heavy ion reactions, has been investigated. On the ground of gamma-ray spectra from EC decay of ^{202}Po some conclusions concerning the excited states of ^{202}Bi could be drawn. In the investigated spectra gamma lines of ^{203}Bi and ^{202}Pb have been identified too.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1971

Введение

За последние годы наблюдается повышенный интерес к ядрам с количествами протонов и нейтронов, близкими к магическим числам $Z = 82$, $N = 126$. Это связано с созданием новых экспериментальных возможностей, а также с новыми теоретическими идеями, ведущими к дальнейшим уточнениям ядерных моделей.

Анализ спектроскопических коэффициентов, возбужденных уровнем этой группы ядер, привел к определению степени чистоты одночастичных состояний и позволил установить роль взаимодействия осцилляций-частиц

С помощью приближения взаимодействия частиц с осцилляцией остова /1,2/ удалось объяснить ряд неясных раньше деталей структуры возбужденных состояний ^{209}Pb , ^{207}Pb , ^{209}Bi , ^{207}Tl /3/.

Структура возбужденных состояний нечетно-нечетных ядер значительно более сложна и имеет прямое отношение к выяснению вопроса о взаимодействии нейтрона и протона в усредненном поле ядра.

Исследование ядерных свойств четных изотопов висмута, в которых пара нейтрон-протон движется в поле остова с магическим числом протонов и числом нейтронов, близким к магическому, должно выявить

многие детали этого взаимодействия. Например, схемы уровней ^{208}Bi и ^{210}Bi указывают на необходимость включения тензорных сил в остаточное взаимодействие для объяснения характеристик низколежащих возбужденных состояний этих ядер ^{/4/}.

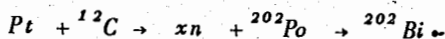
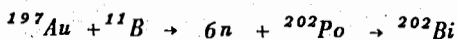
Имеется небольшое количество данных о ^{202}Bi . Этот изотоп, обладающий спином основного состояния $I = 5$ ^{/5/}, распадается путем электронного захвата ($T_{1/2} = 95$ мин) до хорошо изученного изотопа ^{202}Pb ^{/6/}. Возбужденное состояние с энергией 68 кэв было идентифицировано ^{/7/} на основе альфа-распада ^{206}At .

В работе Ионеса и Атена ^{/8/} даются первые данные о гамма-спектре из распада ^{202}Po путем электронного захвата, который составляет 98% ^{/9/}.

В настоящей работе на основании аналогичных измерений гамма-спектров предпринимается попытка определения связи между гамма-спектром и схемой уровней в ^{202}Bi .

2. Эксперимент

Данные этой работы о гамма-переходах в ^{202}Bi были получены с помощью реакций, ведущих к синтезу ^{202}Po :



Ионы бора ускорялись в циклотроне У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ до энергии 82 и 89 Мэв (две серии облучений), ионы углерода до энергии 82 Мэв (одно облучение).

Золотая либо платиновая фольга толщиной 5 мкм облучалась током 1 мка в течение одного часа, затем переносилась к Ge(Li) детектору гамма-спектрометра с разрешающей способностью 3,5 кэв для гамма-линии 661 кэв.

На рис. 1 показан гамма-спектр платиновой мишени, зарегистрированный непосредственно после облучения ионами углерода.

На основе нескольких последовательных 20-минутных измерений идентифицирован ряд гамма-переходов.

Сравнение интенсивностей отдельных гамма-линий при двух энергиях ускоряемых ионов ^{11}B помогло при идентификации гамма-линий ^{202}Bi (времена жизни ^{203}Po ^{202}Po очень близки друг другу).

Энергии гамма-линий ^{202}Bi , указанные на рис. 1, были определены на основе анализа данных всех серий измерений. Были определены также главные гамма-линии в спектрах ^{203}Bi и ^{202}Pb .

В таблице 1 приводятся энергия и интенсивность гамма-переходов ^{202}Bi , полученные нами, а также аналогичные результаты Ионеса и Атена /8/.

Таблица 2 содержит данные о гамма - спектре ^{203}Bi .

3. Обсуждение

Сравнение результатов этой работы с результатами Ионеса и Атена показывает согласие энергий и интенсивностей для трех главных переходов. Согласие для линии с меньшей интенсивностью хуже: не удалось подтвердить перехода с энергией 463,0 кэв, а было установлено существование в спектре неидентифицированных Ионесом и Атенем пяти слабых линий, которые по нашему анализу должны принадлежать ^{202}Bi .

Был обнаружен в спектре также ряд гамма-линий, отвечающих переходам в ^{202}Pb , образующимся из распада ^{202}Bi . Отношение интенсивностей гамма-линий трех главных переходов: 422;2 657,5 и 960,7 кэв в нашем спектре составляет соответственно 81:62:100 (с ошибкой $\pm 5\%$). Эти данные можно сопоставить с отношением 85:60:100 в спектре Гансера /10/.

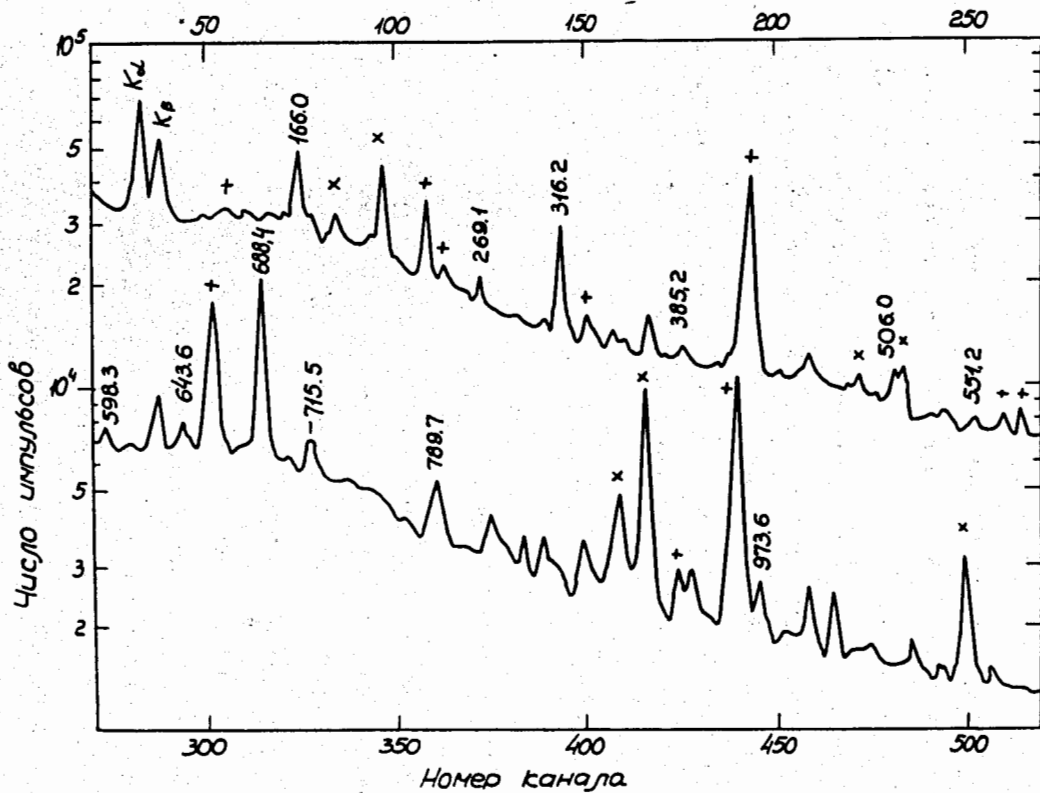


Рис. 1. γ - спектр платиновой мишени, облученной ионами углерода. Указаны энергии γ - линии из распада ^{202}Po путем электронного захвата. Крестики обозначают идентифицированные γ - линии ^{203}Bi (x) и ^{202}Pb (+).

Таблица 1

Энергии и интенсивности γ - линии ^{202}Bi , идентифицированных в настоящей работе, а также аналогичные результаты Ионеса и Атена(8).

Данная работа		Jones, Aten	
E	I	E	I
166.0	19	165.6	23
269.1	4		
316.2	25	315.9	30
385.2	5		
		463.0	5
506.0	13	506.6	10
551.2	5	551.3	4
598.3	7		
643.6	11		
688.4	100	689.0	100
715.5	14		
789.7	14	790.1	17
973.6	14	773.7	11

Таблица 2

Данные о γ - спектре ^{203}Bi , полученные в трех работах.

Аерstein Astner		Норке, Neumann, Spejewski		данная работа	
175.2	5.9	175.3	2.5	175.3	2.4
182.5	0.2				
189.5	6.8	186.7	5.1	189.4	5.8
197.7	1.0	198.0	0.5		
204.7	1.0	205.9	0.6		
214.8	29.0	215.1	11.1	215.2	24
261.8	2.6				
389.6	2.2	390.8	1.6		
419.3	4.5	420.0	3.5		
486.1	4.2	486.6	2.9	486.2	4.2
		511.0	21.0		
647.6	3.6	648.6	5.5		
742.8	1.2				
		883.5	3.5		
893.5	31	894.0	38.7	893.6	34
908.7	100	906.3	100	908.7	100
918.6	0.7				
1090.9	34	1091	32.2	1090.6	37
1242		1242	6.4		

В спектре видны также гамма-линии ^{203}Bi . В таблице 2 указаны те переходы в ^{203}Bi , которые в отдельных спектрах были достаточно четкими для определения их энергий и интенсивности со стандартной точностью. Сопоставление наших данных с данными Гопке и др. /11/ и с данными Альпстейна и др. /12/ позволяет сделать выводы о некоторых расхождениях результатов обеих групп. Это касается энергии линии 189,4 кэв, интенсивности линии 215,2 кэв, существования перехода 511,0 кэв и энергии линии 908,7 кэв.

На основании полученной нами информации о гамма-переходах в ^{202}Bi была предпринята попытка построения схемы уровней. Большая разница спинов материнского и дочернего ядра, как это имеет место в четных парах ядер полония и висмута, приводит, как правило, к усложнению схемы распада.

Обсуждение возможной схемы уровней надо начинать с уровня 68 кэв, который проявляется в альфа-распаде ^{206}At /7/.

На основе анализа сумм энергий гамма-линий можно предполагать существование еще четырех уровней.

Суммы $69 + 316,2 = 385,2$ и $385,2 + 166,0 = 551,2$ дают уровень 385,2 и 551,2 кэв.

Суммы $643,6 + 506,2 = 1149,8$ и $551,2 + 598,5$ указывают на возможность существования уровня 1149,6 кэв и подтверждают уровень 551,2 кэв.

Четвертый уровень может иметь энергию 506,2 или 643,6 кэв.

Достоверность выводов, сделанных на основе изучения сумм энергии γ -линий, значительно растет, если для предлагаемой схемы уровней получается правильный баланс интенсивностей переходов. В случае ^{202}Bi интенсивность квадрупольного перехода 960,7 кэв в дочернем ядре ^{202}Pb /6/ может быть мерой интенсивности переходов в ^{202}Bi (в нашем

спектре не наблюдаются гамма-линии 129 и 187 кэв и поэтому можно утверждать, что изомерное состояние, которое могло бы дать вклад до интенсивности гамма-линии 960,7 кэв, в наших условиях не возбуждается).

Интенсивность перехода 960,7 кэв на основе трех серий измерений составляет 170 ± 20 (в единицах относительных интенсивностей, в которых интенсивность гамма-линии 688,4 кэв, ^{202}Bi равняется 100).

По сравнению с интенсивностью этого перехода "поток" переходов на основное состояние ^{202}Bi для предлагаемой схемы уровней получается слишком малым (исключается возможность распада ядер ^{202}Po до основного состояния ^{202}Bi из-за спиновых соображений).

В этом случае обращает на себя внимание не учтенный в схеме переход 688,4 кэв.

Существование состояния с энергией этого перехода дало бы правильный баланс интенсивностей: от 165 до 155 в зависимости от участия мультипольностей $M1$ -и E - в переходах.

Такой вариант схемы распада исчерпывает 80% суммы интенсивностей идентифицированных нами гамма-линий.

Выражаю глубокую благодарность Т. Мореку и С. Хойнацкому за полезные дискуссии и помощь в проведении экспериментов.

Литература

1. A. de-Shalit. Phys. Rev., 122 1530 (1961).
2. B.R. Mottelson. Int. Conf. on Nuclear Structure, Tokyo, 1967.
3. N. Stein. Proc. of the Int. Conf. on the Properties of Nuclear States, Montreal, 1969.
4. Y.E. Kim, J.O. Rasmussen. Phys. Rev., 135 B44 (1965).

5. I.Lingren. Alpha , Beta and Gamma Spectroscopy, ed. Siegbahn, 1964.
6. I.A.McDonell, R. Stockendal, C.J.Herrlander, I.Bergström. Nucl. Phys., 3, 513 (1957).
7. R.W.Hoff, F.Asaro, I.Perlman. Bull. Am.Phys. Soc., 4 293 (1959).
8. A.G.Jones, A.H.W.Aten. Radioch, Acta 13 (1970) 176.
9. A.W.Stoner, E.K.Hyde. J. Inorg. Nucl. Chem., 4 (1957) 77.
10. A.Hanser. Report KFK No 876, Karlsruhe, 1968.
11. P.K.Hopke, R.A.Naumann, E.H.Spejewski. Phys.Rev., 187 (1969) 1709.
12. M.Alpstein, G.Astner. Nucl.Phys., A134 (1969) 407.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 октября 1971 года.