

Г-79

23/IV-69

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

РЗ - 4357



М.К.Гребенюк, П.Ш.Ковач, Х.Малэцки,
И.М.Саламатин

ПАРАМЕТРЫ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ
ИЗОТОПОВ ^{85}Rb И ^{87}Rb

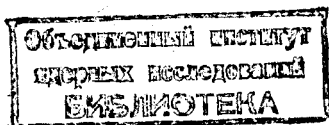
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1969

РЗ - 4357

М.К.Гребенюк, П.Ш.Ковач, Х.Малэцки,
И.М.Саламатин

ПАРАМЕТРЫ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ
ИЗОТОПОВ ^{85}Rb И ^{87}Rb



Исследование нейтронных сечений ядер среднего атомного веса /1/ продолжено на изотопах рубидия. Интерес к этим изотопам объясняется тем, что ядро ^{87}Rb имеет заполненную ($N = 50$), а ^{85}Rb - близкую к заполнению нейтронную оболочку.

В результате измерений, описанных в работе /2/, на реакторе ИБР были найдены параметры 10 резонансов двух изотопов Rb. Последующее улучшение разрешения спектрометра ОИЯИ благодаря использованию реактора с инжектором позволило вернуться к исследованию изотопов Rb и при этом перекрыть по шкале энергии нейтронов данные работ /2,3/.

Условия измерений и методика обработки данных

В измерениях использовались образцы обогащенных изотопов рубидия в виде соединения RbCl. Характеристики образцов приведены в таблице 1.

Измерения пропускания и радиационного захвата проводились в условиях, описанных в работе /1/. Пропускание было измерено жидкостным сцинтилляционным детектором с метилборатом при пролетном расстоянии 1000 м для нейтронов с энергией выше 300 эв. Параметры уровней из измерений пропускания получены методом площадей с учётом влияния доплеровского уширения резонансов и интерференции между резонансным и потенциальным рассеяниями. При этом значение радиационной ширины взято из измерений радиационного захвата и фиксировалось для всех резонансов.

Таблица I

Характеристики использованных образцов
рубидия

Основной изотоп	Изотопная чистота %	Толщина (яд/барн) в измерениях	
		пропускания	радиационного захвата
^{85}Rb	0,992	0,0257 (193)	0,0028 (86,7)
^{87}Rb	0,974	0,0112 (86,4)	0,0053 (86,4)

В скобках указан вес образца, г.

Измерения радиационного захвата проводились жидкостным сцинтиляционным детектором радиационного захвата, установленным на базе 242 м. На рис. 1 в качестве иллюстрации приведен участок спектра радиационного захвата нейтронов образцом ^{85}Rb .

Калибровка детектора радиационного захвата проводилась по слабым ($g \Gamma_n \ll \Gamma_\gamma$) резонансам при энергии 236,6 эв; 477 эв (^{85}Rb) и 269,5 эв (^{87}Rb), параметры которых были получены из измерений пропускания. Значения $g \Gamma_n$ для резонансов 236,6 и 269,5 эв взяты из работы /2/. Постоянство эффективности детектора от резонанса к резонансу проверялось по отношению числа отсчетов в каналах совпадения и суммирования импульсов от двух баков для ряда резонансов. Методика получения информации о радиационных ширинах уровней из измерений радиационного захвата нейтронов описана в работе /1/.

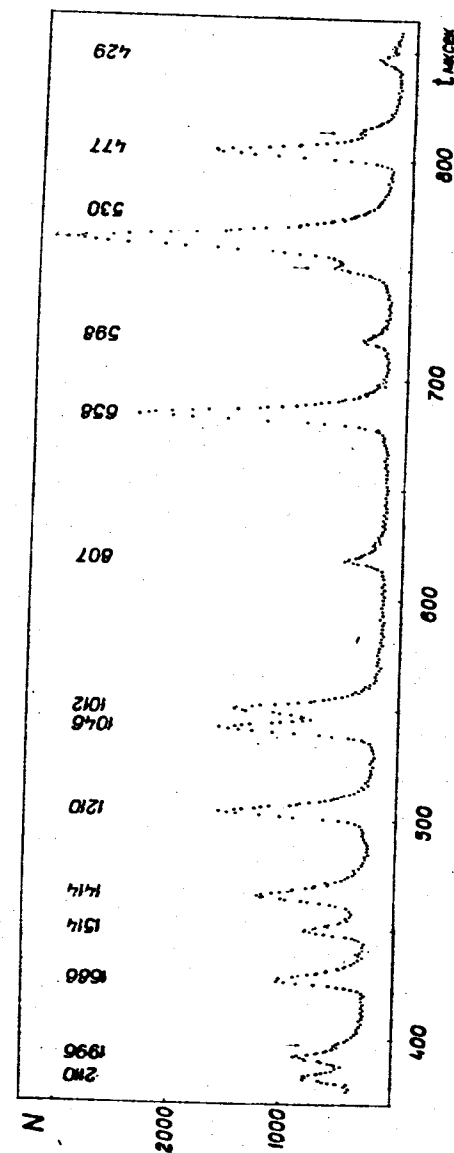


Рис. 1. Участок аппаратного спектра радиационного захвата нейтронов, измеренный с образцом ^{85}Rb толщиной 0,0028 ядер-барн⁻¹. Цифрами на графике указаны энергии резонансов в эв.

Результаты и обсуждение

1. Параметры резонансов. В результате проведенных измерений для двух изотопов рубидия найдены параметры 54 резонансов при энергиях нейтронов до ≈ 20 кэв (таблица 2).

Полученные значения $\sigma \Gamma_n$ согласуются в пределах ошибок измерений с данными работы/2/ в области энергии до 1,2 кэв. При сравнении полученных значений с результатами работы/3/, где приведены нейтронные ширины для 8 резонансов, согласно обнаружено только для двух из них при энергии 7250 эв (^{85}Rb) и 5120 эв (^{87}Rb). Параметры остальных резонансов из числа исследованных в работе/3/ настолько сильно отличаются по энергии и ширине от параметров, указанных в табл. 2, что данные работы/3/ по изотопам Rb следует считать неверными. Наглядным примером этого является указанный в работе/3/ резонанс при энергии 6600 эв с $\sigma \Gamma_n = 8,5$ эв. На рис. 2 приведен участок полученного нами аппаратурного спектра, из которого видно, что при указанной энергии не может быть такого резонанса, т.к. даже при более

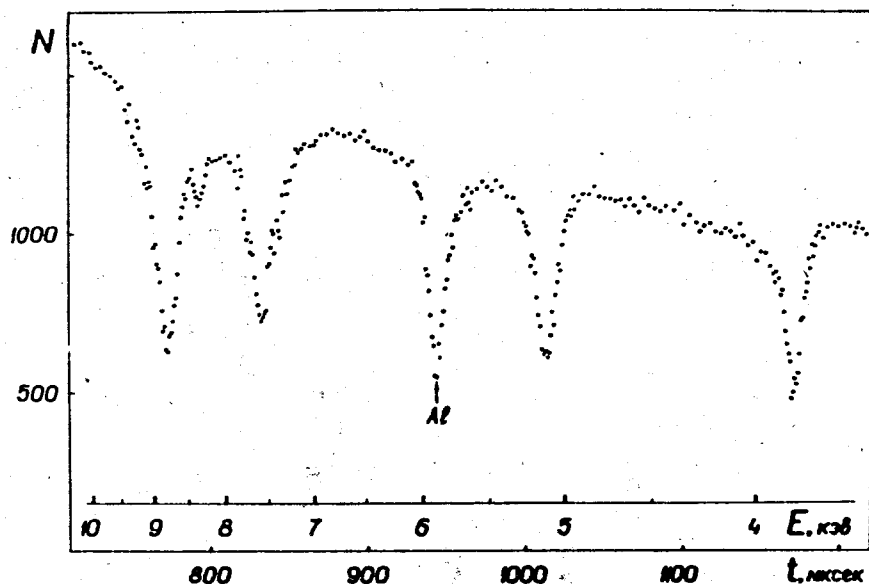


Рис. 2. Участок аппаратурного спектра пропускания образца ^{87}Rb толщиной 0,0112 ядер-барн. -1

Таблица 2

Параметры нейтронных резонансов изотопов рубидия

Ядро-мишень	E_0 эВ	E_0 эВ	J	$\sigma \Gamma_n$ эВ	$\Delta \sigma \Gamma_n$ эВ	g^2 эВ	Δg^2 эВ
^{85}Rb	176,6*	0,3		0,0004	0,00006		
	224,7*	0,3		0,00057	0,00008		
	236,6*	0,4		(0,0054)	(0,0005)		
	429*	1		0,0014	0,0002		
	466*	1,2		0,0008	0,0002		
	477	1,2		0,021	0,003		
	530	1,4	2	0,77	0,10	0,094	0,014
	546*	1,4		0,003	0,001		
	598*	1,6		0,0032	0,0004		
	658	2		0,17	0,05		
	807*	3		0,008	0,001		
	1012	4		0,07	0,02		
	1046	4		0,46	0,07	0,094	0,014
	1210	5		0,84	0,13	0,110	0,016
	1414	6		3,2	0,3	0,100	0,015
	1514	7		0,07	0,02		
	1686	10		0,34	0,10	0,102	0,015
	1943*	10		0,010	0,005		
	1996	15		0,26	0,09	0,100	0,015
	2110	15		0,25	0,10		
	2190*	20		0,010	0,005		
	2310*	20		0,020	0,006		
	2420	15		3,8	0,6		
	2550*	20		0,033	0,010		
	2610	20		0,05	0,02		
	2800*	25		0,020	0,007		
	3020	15		2,6	0,6		
	3235	15		1,4	0,35		
	3360	15		0,3	0,1		
	4060	20		1,8	0,4		
	4250	15		4,2	0,8		

I	2	3	4	5	6	7	8
4930	30			6	I		
5180	30			2,3	0,8		
5660	25			3,0	0,8		
7250	35			6	I,5		
8430	70			I6	3		
9310	70			10	3		
11030	100			8	3		
12880	120			13	4		
15030	100			21	5		
15560	110			8	3		
16690	120			9	3		
17170	120			11	4		

⁸⁷ Rb	269,5*	I		(0,007)	(0,001)		
	378	I,6	2	0,44	0,04	0,088	0,013
	3840	15		11,6	1,5		
	5120	30		21,6	3		
	7580	35	I	51	7		
	8370	40		5	I		
	8790	45	2	137	16		
	11160	60		23	5		
	14980	100		20	6		
	23470	400		120	30		

* Предполагаемые ρ - волновые резонансы.

высокой энергии (8370 эв) отчётливо виден резонанс с меньшей нейтронной шириной, отсутствующий в работе/3/.

Сравнение формы экспериментальной кривой пропускания с расчётом, учитывающим эффект Допплера и разрешение спектрометра, позволило определить спины резонансов при энергиях 530 эв (^{85}Rb); 378; 7580 и 8790 эв (^{87}Rb). При этом для резонансов 530 и 378 эв использована дополнительная информация об экспериментальных площадях $A=f(n, \Gamma, g \Gamma_n)$ для ряда толщин n , взятая из работы/2/. Благодаря спиновой идентификации резонансов 530 и 378 эв для них найдены радиационные ширины Γ_γ . Поскольку спины остальных резонансов неизвестны, в таблице 2 приведены экспериментальные значения величины $g \Gamma_\gamma$ (g - статистический фактор).

2. Усредненные параметры. Как следует из таблицы 2, значительное число (13 из 30 в интервале до 3,3 кэв) резонансов ^{85}Rb по приведенной ширине Γ_{n1}^0 попадает в интервал $0 < \Gamma_{n1}^0 / \Gamma_n^0 < 0,02$, в то время как распределение Портера-Томаса предсказывает лишь 11% общего числа уровней в этом интервале. Такие слабые уровни (в таблице 2 они отмечены звездочкой) с большой вероятностью являются p -волновыми. Это было учтено при вычислении средних параметров (таблица 3).

Силовая функция ($S_0 = \sum g \Gamma_{n1}^0 / \Delta E$) ^{87}Rb в полтора раза больше значения S_0 для ^{85}Rb , однако из-за малого числа уровней, исследованных у ^{87}Rb , это различие лежит в пределах статистических ошибок.

Средние наблюдаемые расстояния \bar{D}_s между s -волновыми резонансами, полученные из гистограмм нарастания числа уровней в зависимости от энергии, различаются у двух изотопов в 9 раз. Значения a (параметра плотности одночастичных состояний), вычисленные по формуле Бете для энергии возбуждения 8,637 Мэв (^{86}Rb) и 6,135 (^{88}Rb) в пределах ошибок совпадают, но лежат заметно ниже значений a для соседних ядер, что объясняется близостью к замкнутой оболочке. Различие в \bar{D}_s связано с большой разницей в энергиях возбуждения ядер.

Таблица 3

Усредненные параметры для изотопов рубидия

Ядро- мишень	$S_0 \cdot 10^{-4}$	\bar{S} набл. s-уровней, эВ	α , МэВ ⁻¹	Γ эВ
^{85}Rb	$1,1 \pm 0,3$	180 ± 30	$10,15 \pm 0,20$	$0,225 \pm 0,035$
^{87}Rb	$1,6 \pm 0,5$	1600 ± 420	$10,78 \pm 0,42$	$0,140 \pm 0,025$

Приведенные в таблице значения Γ взяты по резонансам
530 эВ (^{85}Rb) и 378 эВ (^{87}Rb).

В заключение нам приятно поблагодарить Л.Б.Пикельнера и Э.И.Шарапова за полезные обсуждения и интерес к работе, а также В.С.Золотарева и его сотрудников за любезно предоставленные изотопы рубидия.

Л и т е р а т у р а

1. Х.Малэцки, Л.Б.Пикельнер, И.М.Саламатин, Э.И.Шарапов. Препринт ОИЯИ РЗ-3956, Дубна 1968.
2. N. Iliescu, Kim Hi San, L.B. Pikelner, E.I. Sharapov and H. Sirazhet. Nucl. Phys., 72, 298 (1965).
3. W.M. Good, J.H. Neiler and Gibbons, Phys. Rev., 109, 926 (1958).

Рукопись поступила в издательский отдел

17 марта 1969 года.