

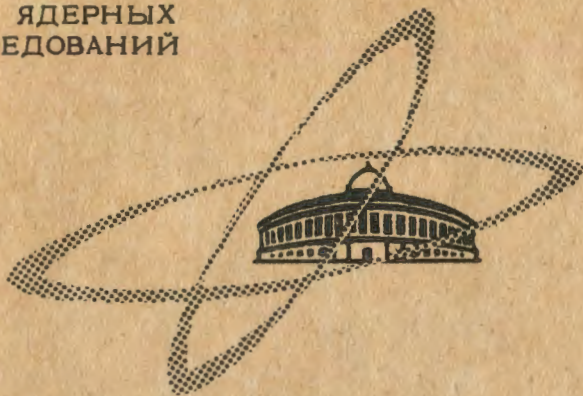
С-341.26  
К-40

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

20/III-65

P-1995



Ким Хи Сан, Л.Б.Пикельнер, Х.Сиражет, Э.И.Шарапов

РАДИАЦИОННЫЕ ШИРИНЫ СРЕДНИХ ЯДЕР

ЖЭТФ, 1965, т.49, в.2, с.410-413.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1965

P-1985

2018/3 45.

Ким Хи Сан, Л.Б.Пикельнер, Х.Сиражет, Э.И.Шаралов

РАДИАЦИОННЫЕ ШИРИНЫ СРЕДНИХ ЯДЕР

Направлено в ЖЭТФ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
АТОМНОЙ ФИЗИКИ  
И МАТЕМАТИКИ  
ИМЕНИ П.Л.КАПЧИНА

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ проведены измерения радиационных ширин уровней, возбужденных при захвате резонансных нейтронов ядрами с массовыми числами от 64 до 100.

Измерения проводились по методу времени пролета с импульсным реактором ИБР в качестве источника нейтронов <sup>1/</sup>. В описываемой работе проводились измерения пропускания, радиационного захвата нейтронов и самоиндикации <sup>2,3/</sup>. Применение различных методов измерения позволило получить значительно большее число радиационных ширин и повысить точность результатов по сравнению с тем, что дает обычно применяемое одно пропускание. В измерениях использовались образцы, обогащенные одним из изотопов, а также естественные смеси изотопов. При измерениях с цинком были применены обогащенные образцы всех стабильных изотопов, при измерении с рубидием - образец, обогащенный Rb <sup>85</sup>. Проводились также измерения с ниобием и естественным молибденом. В последнем случае изотопная принадлежность резонансов была заимствована из <sup>4/</sup>.

В результате проведенных измерений и обработки экспериментальных данных получены параметры ряда уровней, собранные в таблице 1. В эту таблицу вошли только те уровни, для которых определены значения радиационной ширины  $\Gamma_\gamma$ .

Для цинка обнаружены неизвестные ранее резонансы при энергии 288 эв ( $Zn^{64}$ ) и 328 эв ( $Zn^{66}$ ). Обращает на себя внимание тот факт, что радиационная ширина резонанса 530 эв ( $Zn^{68}$ ) значительно меньше радиационных ширин уровней других изотопов.

Для рубидия, как и для цинка, радиационные ширины не были известны ранее, и их получение представляло интерес, особенно для магического ядра Rb <sup>87</sup>.

Измерение радиационных ширин ниобия было предпринято в связи с появлением работы Джексона <sup>5/</sup>, в которой обнаружено существенное отличие в радиационных ширинах s и p -волновых резонансов:  $(\Gamma_\gamma)_s = 114$  мэв и  $(\Gamma_\gamma)_p = 230$  мэв. Учитывая важность этих результатов, мы предприняли детальную проверку величин  $\Gamma_\gamma$  для ниобия. Полученные результаты приведены в таблице 1. Значения орбитального момента  $\ell$  заимствованы из работ <sup>5,6/</sup>. Найденные величины  $(\Gamma_\gamma)_s$  оказались заметно больше, чем в работах <sup>5,6/</sup>, и в пределах ошибки совпадали с  $(\Gamma_\gamma)_p$ . Таким образом, сообщение о столь значительном отличии  $\Gamma_\gamma$  для уровней разной четности не подтвердилось.

Измерения с молибденом проводились с целью получения радиационных ширин для изотопов, для которых  $\Gamma_y$  не были известны. Кроме того, для изотопов  $Mo^{95}$  и  $Mo^{97}$  радиационные ширины были известны с плохой точностью, поэтому их дополнительная проверка представлялась целесообразной. Все полученные в настоящей работе значения  $\Gamma_y$  для разных изотопов молибдена лежат близко друг к другу (175-210 мэв). В частности, для резонанса 71 эв  $Mo^{97}$  известное ранее из работы <sup>17/</sup> значение  $\Gamma_y = 330$  мэв оказалось существенно завышенным.

Проведенные измерения радиационных ширин ряда ядер позволили достаточно точно проследить зависимость  $\Gamma_y$  от числа нейтронов в ядре в области, близкой к магическому ядру с  $N = 50$ . На рис. 1 приведены экспериментальные точки, полученные в работах авторов (зачерненные точки), вместе с литературными данными. Рассмотрение их позволяет сделать некоторые заключения. Прежде всего, распространенное мнение о максимуме радиационных ширин для магических ядер <sup>18/</sup> не подтверждается. Ядра, лежащие в непосредственной близости к  $N = 50$ , не указывают на максимум  $\Gamma_y$ , а магическое ядро  $Rb^{87}$  лежит даже несколько ниже соседних ядер. Максимум  $\Gamma_y$  наблюдается при  $N = 43-44$ , а при  $N = 38-40$  имеет место четкий минимум. Из приведенных экспериментальных данных видно, что значительные изменения радиационных ширин от ядра к ядру в этой области связаны с четным числом нейтронов, т.е. состоянием нейтронной оболочки. Подтверждением этого могут служить величины  $\Gamma_y$  для изотопов цинка или селена, у которых радиационные ширины для разных изотопов сильно различаются. Аналогичная картина, но значительно менее четкая, проявляется для протонной оболочки. Для ядер с числом протонов 43 (Tc) и 44 (Ru) наблюдается максимум значений  $\Gamma_y$  в этой области, причем определяющая роль протонной оболочки проявляется в том, что ядра с одинаковым числом нейтронов в этой области имеют разные  $\Gamma_y$ , но для всех изотопов рутения радиационные ширины одинаковы <sup>19/</sup>. Однако точность измерений  $\Gamma_y$  недостаточна для строгого утверждения этой закономерности. Необходимо провести более детальное изучение радиационных ширин в этой области, а также в области с числом протонов 38-40, где можно ожидать минимум  $\Gamma_y$ , если поведение радиационных ширин имеет одинаковый характер, как в зависимости от  $N$ , так и в зависимости от  $Z$ .

В заключение считаем своим приятным долгом поблагодарить И.М. Франка и Ф.Л. Шаширо за внимание к работе и полезные обсуждения, В.С. Золотарева и его сотрудников за любезное предоставление изотопов, К.П. Ломова и И.И. Шелонцева за участие в измерениях и проведение расчетов на вычислительной машине.

Таблица I

| Ядро-мишень | Изотоп | $E_0$<br>eV      | $g\Gamma_n$<br>meV | $g$  | $\Gamma_y$<br>meV | $\epsilon$ |
|-------------|--------|------------------|--------------------|------|-------------------|------------|
| Цинк        | 67     | 226 $\pm$ 1      | 500 $\pm$ 30       | 5/12 | 490 $\pm$ 70      | 0          |
|             | 64     | 288 $\pm$ 2      | 6 $\pm$ 0,6        | I    | 670 $\pm$ 100     |            |
|             | 66     | 328 $\pm$ 2      | 11,5 $\pm$ 1,0     | I    | 600 $\pm$ 100     |            |
|             | 67     | 456 $\pm$ 3      | 5400 $\pm$ 400     | 7/12 | 490 $\pm$ 80      | 0          |
|             | 68     | 530 $\pm$ 3      | 11000 $\pm$ 600    | I    | 180 $\pm$ 30      | 0          |
| Рубидий     | 87     | 378 $\pm$ 2      | 450 $\pm$ 50       |      | 145 $\pm$ 30      | 0          |
|             | 85     | 528 $\pm$ 3      | 660 $\pm$ 30       |      | 220 $\pm$ 30      | 0          |
|             | 85     | 1210 $\pm$ 13    | 600 $\pm$ 100      |      | 210 $\pm$ 30      |            |
| Ниобий      | 93     | 94,0 $\pm$ 0,4   | 0,167 $\pm$ 0,01   |      | 185 $\pm$ 60      | I          |
|             | 93     | 119 $\pm$ 0,6    | 1,90 $\pm$ 0,08    |      | 183 $\pm$ 10      | 0          |
|             | 93     | 194 $\pm$ 1,2    | 20,5 $\pm$ 0,6     |      | 189 $\pm$ 12      | 0          |
|             | 93     | 244 $\pm$ 2      | 1,08 $\pm$ 0,06    |      | 228 $\pm$ 80      | I          |
|             | 93     | 334 $\pm$ 3      | 7,7 $\pm$ 0,7      |      | 185 $\pm$ 20      | 0          |
|             | 93     | 379 $\pm$ 4      | 48 $\pm$ 3         |      | 214 $\pm$ 35      | 0          |
| Молибден    | 98     | 12,15 $\pm$ 0,03 | 0,07 $\pm$ 0,005   | I    | 210 $\pm$ 25      |            |
|             | 95     | 45,1 $\pm$ 0,2   | 90 $\pm$ 7         |      | 180 $\pm$ 40      | 0          |
|             | 97     | 71,6 $\pm$ 0,4   | 8,5 $\pm$ 0,6      |      | 200 $\pm$ 30      | 0          |
|             | 96     | 132,6 $\pm$ 0,6  | 225 $\pm$ 11       | I    | 175 $\pm$ 25      | 0          |
|             | 95     | 161,0 $\pm$ 0,7  | 9,0 $\pm$ 0,6      |      | 180 $\pm$ 30      |            |

Л и т е р а т у р а

1. Г.Е. Блохин, Д.И. Блохинцев, Ю.А. Блюмкина и др. Атомная энергия 10, 437 (1981).
2. Д. Зелигер, Н. Илиеску, Ким Хи Сан, Д. Лонго, Л.Б. Пикельнер, Э.И. Шаралов. ЖЭТФ, 48, 1294 (1983).
3. Э.И. Шаралов, Л.Б. Пикельнер, Н. Илиеску, Ким Хи Сан, Х. Свражет. Препринт ОИЯИ Р-1771, Дубна, 1984.
4. М.И. Певзнер, Ю.В. Адамчук, Л.С. Далеян, Б.В. Ефимов, С.С. Москалев, Г.В. Мурадян. ЖЭТФ, 44, 1187 (1983).
5. H.E. Jackson. Phys. Rev. Lett., 11, 378 (1963).
6. J. Julien. Internat. Conf. Nucl. Phys. with Reactor Neutrons, ANL-6797, 296 (1963).
7. J. Harvey, D. Hughes, R. Carter, V. Pilcher. Phys. Rev., 99, 10 (1955).
8. A. Stolovy, J. A. Harvey. Phys. Rev., 108, 353 (1957).
9. H. Bolotin, R. E. Chrien. Nucl. Phys., 42, 676 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 февраля 1985 г.

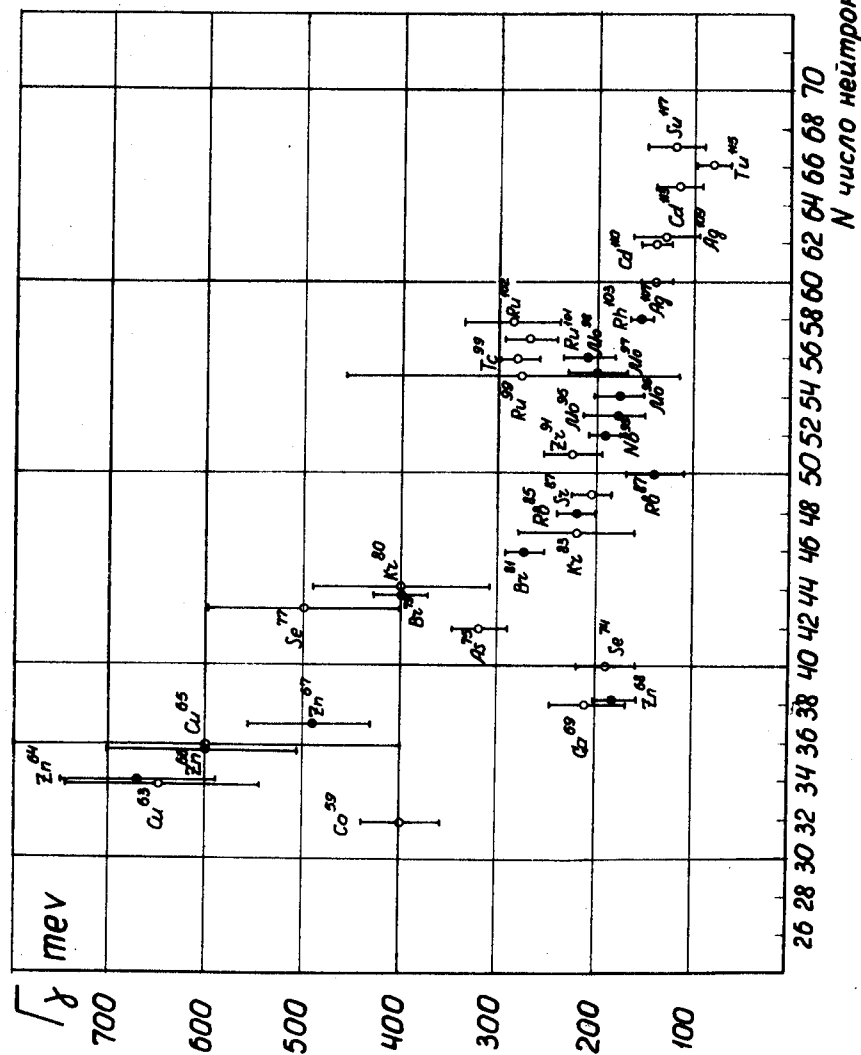


Рис. 1. Экспериментальные данные по радиационным ширинам средних ядер. Зачернены точки, полученные в работах авторов.