

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Б-734

P6 - 8497

Д.Д.Богданов, И.Воборжил, А.В.Демьянов,
В.А.Карнаухов, Л.А.Петров

926/2-75

О РАСПАДЕ ЛЕГЧАЙШИХ ИЗОТОПОВ РУБИДИЯ

1974

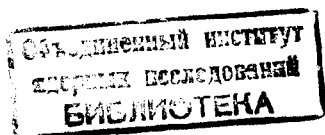
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Р6 - 8497

Д.Д.Богданов, И.Воборжил, А.В.Демьянов,
В.А.Карнаухов, Л.А.Петров

О РАСПАДЕ ЛЕГЧАЙШИХ ИЗОТОПОВ РУБИДИЯ

Направлено в Изв. АН СССР



Богданов Д.Д., Воборжил И., Демьянов А.В.,
Карнаухов В.А., Петров Л.А.

P6 - 8497

О распаде легчайших изотопов рубидия

Использовался масс-сепаратор БЭМС-2, работающий на пучке циклотрона тяжелых ионов ОИЯИ. При облучении мишени из ^{50}Cr пучком ^{32}S выделялись легкие изотопы рубидия. Уточнены времена жизни ^{75}Rb и ^{76}Rb , измерены спектры γ -лучей, сопровождающих β -распад этих изотопов, делается вывод о спине ^{76}Rb .

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1974

Bogdanov D.D., Voborzil I.,
Demianov A.V., Karnaukhov V.A.,
Petrov L.A.

P6 - 8497

On the Decay of the Lightest Rb Isotopes

Mass-separator БЭМС-2 operating in the JINR cyclotron heavy ion beam, was used. Light isotopes of Rb were separated when bombarding the ^{50}Cr target with the ^{32}S beam. The lifetimes for ^{75}Rb and ^{76}Rb were determined more accurate, and γ -ray spectra, following the β -decay of these isotopes, were measured. A conclusion is drawn about the ^{76}Rb spin.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1974

В настоящей работе представлены результаты исследования β -распада изотопов рубидия с массовыми числами 76 и 75. Относительно периода полураспада ^{76}Rb в литературе имеются противоречивые данные /отличающиеся более чем в 2 раза/^{1,2/}. Спектры γ -лучей, сопровождающих распад этих изотопов, до сих пор не измерялись. Нами уточнены времена жизни этих изотопов, получены спектры γ -лучей. В результате последних измерений делается заключение о спине ^{76}Rb . Оценена верхняя граница вероятности испускания запаздывающих протонов этим ядром.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА

Изотопы рубидия получались при облучении мишени /~ 2 мг/см²/ из обогащенного ^{50}Cr /~ 90%/ ионами ^{32}S /190 МэВ/, ускоренными на циклотроне У-300 ОИЯИ. Для выделения изотопов с данным массовым числом использовался БЭМС-2 - масс-сепаратор на пучке тяжелых ионов^{3/}. Мишень в этом сепараторе расположена в непосредственной близости от ионного источника. Радиоактивные продукты реакций вылетают из мишени за счет импульса, передаваемого бомбардирующей частицей, и проникают во внутреннюю полость ионного источника через тонкое окно /тантал, 2 мкм/. Использовался ионный источник с поверхностной ионизацией, описанный в работе^{3/}. Ионизатор представляет собой стакан из вольфрама, который в данных экспериментах нагревался электронной бомбардировкой до 2200°С. В фокальной плоскости сепаратора располагалось детектирующее устройство, включающее Ge(Li) γ -спектрометр /чувствительный объем 23 см³, разрешение

4,0 кэВ для γ -лучей ^{60}Co /, поверхностно-барьерные β -счетчик и протонный детектор. Для калибровки сепаратора по массам измерялась зависимость β -счета от напряженности магнитного поля, которая представляла собой кривую с четко выраженными пиками, соответствующими регистрации изобар с определенными значениями массового числа.

При выбранном режиме источника β -активность в фокальной плоскости практически целиком определялась изотопами Rb. Поэтому для установления значений массовых чисел, соответствующих пикам в калибровочной кривой, было достаточно простого измерения периодов полураспада для надежно изученных изотопов рубидия.

Быстродействие методики определяется в нашем случае скоростью диффузии и суммарным временем адсорбции атомов рубидия на поверхности ионизатора. Проведенные измерения показали, что среднее время выхода из ионного источника для рубидия составляет 10 - 15 сек при рабочей температуре.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Рубидий-77

При настройке масс-сепаратора на выделение массы $A = 77$ в спектре γ -лучей с заметным выходом наблюдаются только линии, связанные с распадом ^{77}Rb и дочернего ядра ^{77}Kr . Их энергии и относительные интенсивности хорошо согласуются с результатами подробных исследований распада этих ядер /4-6/. Полученные результаты для ^{77}Rb в сравнении с имеющимися данными приведены в табл. 1. Точность определения энергий интенсивных γ -линий - $\pm 0,5$ кэВ, точность в определении относительных интенсивностей - 20%.

Для удобства сравнения относительные интенсивности γ -лучей, взятые из работ /5,6/, приведены нами к виду, при котором выход γ -линии 178,9 кэВ считается равным 100.

Таблица 1

E_{γ} кэВ	67,5	149,9	178,9	244,4	253,8	393,1	608,9	627,6
I_{γ}	160	16	100		7,5	30	9	6
$I_{\gamma}^{/5/}$	265	20	100	6,6	8,2	34	9,7	11,5
$I_{\gamma}^{/6/}$	173	28	100			38		

Таблица 2

E_{γ} кэВ	345,2	354,9	423,5
I_{γ}	16	27	100

Отсутствие в диапазоне энергий 60-700 кэВ γ -линий, не связанных с распадом ^{77}Rb и ^{77}Kr , позволяет заключить, что выход из источника стронция, который также образуется при облучении ^{50}Cr ионами ^{32}S , невелик. Кроме того, в результате сравнения со спектрами соседних изобар / $A=75$; $A=76$ / следует, что примеси соседних масс пренебрежимо малы.

Рубидий-76

Период полураспада этого изотопа измерялся в работах /1,2/. В первой работе изотоп синтезировался в реакции ($^{16}\text{O}, 3n$). Масс-сепарация для выделения изотопа не применялась. Было получено $T_{1/2} = /1,5 \pm 0,1/$ мин. Позднее ^{76}Rb был получен в реакции глубокого расщепления протонами иттрия и выделялся масс-сепаратором "Изольда" /2/. Значение периода полураспада оказалось равным $/36,8 \pm 1,5/$ с. Это существенное расхождение могло быть связано с возможным существованием изомера ^{76}Rb с периодом полураспада 1,5 мин, который образуется в реакциях с тяжелыми ионами, но не проявляется при получении рубидия вторым способом. Наши измерения показали, что такого изомера у ^{76}Rb нет. Период полураспада β -активности оказался равным $/39,1 \pm 0,6/$ с, что свидетельствует об ошибочности результата работы /1/.

В табл. 2 приведены энергии и относительные интенсивности основных линий в спектре γ -лучей ^{76}Rb .

Периоды полураспада этих линий совпадают в пределах ошибок с измеренным для β -активности. Наиболее интенсивная линия /если не говорить об аннигиляционном пике/ имеет энергию 423,5 кэВ и соответствует заселению 2^+ состояния дочернего ядра ^{76}Kr /7/.

Гамма-лучи с энергией около 610 кэВ, отвечающие заселению состояния 4^+ , не наблюдаются с точностью до 2% от интенсивности линии 423,5 кэВ.

По оценке силовой функции β -распада ^{76}Rb , проведенной в /2/, следует, что это ядро испытывает разрешенный гамов-теллеровский переход. Интенсивное заселение состояния 2^+ и отсутствие заметного перехода

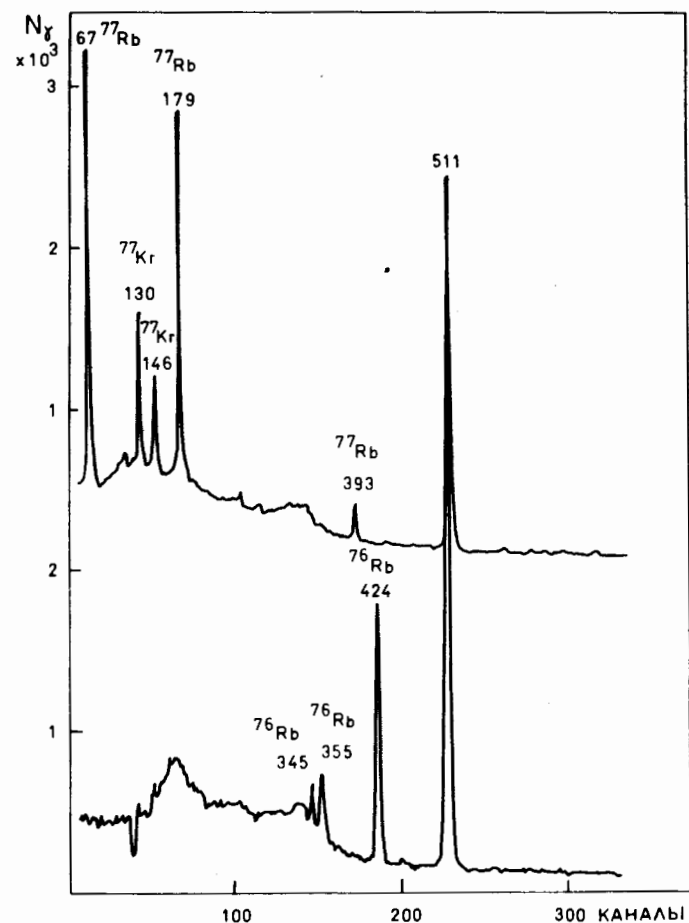


Рис. 1. Спектр гамма-лучей, сопровождающих бета-распад изотопов ^{77}Rb и ^{76}Rb /фон вычтен/. Изотопы выделены с помощью БЭМС-2 - масс-сепаратора на пучке тяжелых ионов.

в 4^+ ограничивает значения спина ^{76}Rb величинами 1^+ и 2^+ .

Расчеты по массовым формулам показывают, что энергия электронного захвата ^{76}Rb превышает энергию связи протона в ^{76}Kr . Так, из работы ^{/8/}, это превышение равно 3,57 мэВ, поэтому возможно испускание запаздывающих протонов. Однако нам не удалось обнаружить эту ветвь распада ^{76}Rb . Полученная экспериментальная верхняя граница протонной вилки составляет $\frac{p}{\beta^+} \leq 1,0 \cdot 10^{-6}$.

Рубидий-75

Это самый легкий надежно выделенный нами изотоп рубидия. Для его периода полураспада получено значение, равное $17,6 \pm 1,6$ / с, в пределах ошибок совпадающее с измеренным в работе ^{/2/}. В диапазоне энергий 60 - 700 кэВ четко выделяется только одна γ -линия, связанная с распадом ^{75}Rb с энергией $178,8 \pm 0,5$ кэВ.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за поддержку работы, группе эксплуатации циклотрона за обеспечение облучений, В.Г.Субботину - за помощь по электронике.

Литература

1. J.A.Velandia, W.I.Holmes, G.J.Boswell. *J.Inorg.Nucl.Chem.*, 34, 401 (1972).
2. H.L.Ravn, S.Sundell, L.Westgaard, E.Roeckl. *Preprint CERN PRE 17081* (1973).
3. V.A.Karnaikhov, A.V.Demyanov, D.D.Bogdanov, L.A.Petrov, G.I.Koval. *Nucl. Instr. & Meth.*, 120, 69 (1974).
4. *Nuclear Data Sheets*, 9, 3, 1973.
5. Р.Арльт, Я.Липтак, Х.-Г.Оржлепп, В.Хабенихт. XIII Совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра. ОИЯИ, Дб-7094, Дубна, 1973.
6. F.W.H. de Boer, E.W.A.Lingeman, B.J.Meiler. *Radiochim. Acta*, 18, 60 (1972).

7. E.Nolte, W.Kutschera, Y.Shida, H.Morinaga, *Proc. of Intern. Conf. on the Properties of Nuclei Far from the Region of Beta-Stability*, Leysin, Switzerland, v. 2, 911 (1970).
8. W.D.Myers and W.J.Swiatecki. *UCRL-11980* (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1974 года.