

P6 - 8497

Handwritten signature

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

Handwritten mark

О РАСПАДЕ ЛЕГЧАЙШИХ ИЗОТОПОВ РУБИДИЯ

Ранг публикаций Объединенного института ядерных исследований

Препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований /ОИЯИ/ являются самостоятельными публикациями. Они издаются в соответствии со ст. 4 Устава ОИЯИ. Отличие препринтов от сообщений заключается в том, что текст препринта будет впоследствии воспроизведен в каком-либо научном журнале или аperiодическом сборнике.

Индексация

Препринты, сообщения и депонированные публикации ОИЯИ имеют единую нарастающую порядковую нумерацию, составляющую последние 4 цифры индекса.

Первый знак индекса - буквенный - может быть представлен в 3 вариантах:

“Р” - издание на русском языке;

“Е” - издание на английском языке;

“Д” - работа публикуется на русском и английском языках.

Препринты и сообщения, которые рассылаются только в страны-участницы ОИЯИ, буквенных индексов не имеют.

Цифра, следующая за буквенным обозначением, определяет тематическую категорию данной публикации. Перечень тематических категорий изданий ОИЯИ периодически рассылается их получателям.

Индексы, описанные выше, проставляются в правом верхнем углу на обложке и титульном листе каждого издания.

Ссылки

В библиографических ссылках на препринты и сообщения ОИЯИ мы рекомендуем указывать: инициалы и фамилию автора, далее - сокращенное наименование института-издателя, индекс, место и год издания.

Пример библиографической ссылки:

И.И.Иванов. ОИЯИ, Р2-4985, Дубна, 1971.

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., Voborzhil 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 / $\sim 2 \text{ мг/см}^2$ / из обогащенного ^{50}Cr / $\sim 90\%$ / 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°C . В фокальной плоскости сепаратора располагалось детектирующее устройство, включающее $\text{Ge(Li)}\gamma$ -спектрометр /чувствительный объем 23 см^3 , 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 |
| L | 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}Sr 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

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.Арльж, Я.Липпак, Х.-Г.Орленин, В.Хабенихт. XIII Совецание 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.*

Тематические категории публикаций Объединенного института ядерных исследований

| Индекс | Тематика |
|--------|--|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий |
| 5. | Математика |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия |
| 7. | Физика тяжелых ионов |
| 8. | Криогеника |
| 9. | Ускорители |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных |
| 11. | Вычислительная математика и техника |
| 12. | Химия |
| 13. | Техника физического эксперимента |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты |
| 17. | Теория физики твердого тела |

Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

- 16-4888 Дозиметрия излучений и физика защиты ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1969. 250 стр. 2 р. 64 к.
- Д-6004 Бинарные реакции адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971. 768 стр. 7 р. 60 к.
- Д13-6210 Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1971. 372 стр. 3 р. 67 к.
- Д10-6142 Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971. 564 стр. 6 р. 14 к.
- Д-6465 Международная школа по структуре ядра. Алушта, 1972. 525 стр. 5 р. 85 к.
- Д-6840 Материалы II Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Штрбске Плесо, ЧССР, 1972. 398 стр. 3 р. 96 к.
- Д2-7161 Нелокальные, нелинейные и неренормируемые теории поля. Алушта, 1973. 280 стр. 2 р. 75 к.
- Глубокоупругие и множественные процессы. Дубна, 1973. 507 стр. 5 р. 66 к.
- Р1.2-7642 Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий. Гомель, 1973. 623 стр. 7 р. 15 к.
- Д13-7616 Труды VII Международного симпозиума по ядерной электронике. Будапешт, 1973. 372 стр. 3 р. 65 к.

- Д10-7707 Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1973. 564 стр. 5 р. 57 к.
- 13 - 7154 Пропорциональные камеры. Дубна, 1973. 173 стр. 2 р. 20 к.
- Д1,2 -7781 Материалы III Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Синая, 1973. 473 стр. 4 р. 78 к.
- Д3-7991 II Международная школа по нейтронной физике. Алушта, 1974. 552 стр. 2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79,
издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.



Условия обмена

Препринты и сообщения ОИЯИ рассылаются бесплатно, на основе взаимного обмена, университетам, институтам, лабораториям, библиотекам, научным группам и отдельным ученым более 50 стран.

Мы ожидаем, что получатели изданий ОИЯИ будут сами проявлять инициативу в бесплатной посылке публикаций в Дубну. В порядке обмена принимаются научные книги, журналы, препринты и много вида публикации по тематике ОИЯИ.

Единственный вид публикаций, который нам присылать не следует, - это репринты /оттиски статей, уже опубликованных в научных журналах/.

В ряде случаев мы сами обращаемся к получателям наших изданий с просьбой бесплатно прислать нам какие-либо книги или выписать для нашей библиотеки научные журналы, издающиеся в их странах.

Отдельные запросы

Издательский отдел ежегодно выполняет около 3 000 отдельных запросов на высылку препринтов и сообщений ОИЯИ. В таких запросах следует обязательно указывать индекс запрашиваемого издания.

Адреса

Письма по всем вопросам обмена публикациями, а также запросы на отдельные издания следует направлять по адресу:

*101000 Москва,
Главный почтамт, п/я 79.
Издательский отдел
Объединенного института
ядерных исследований.*

Адрес для посылки всех публикаций в порядке обмена, а также для бесплатной подписки на научные журналы:

*101000 Москва,
Главный почтамт, п/я 79.
Научно-техническая библиотека
Объединенного института
ядерных исследований.*

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Заказ 19004. Тираж 400. Уч.-изд. листов 0,47.
Редактор Б.Б. Колесова. Подписано к печати 10.1.75 г.