

P6-2002-17

К. Я. Громов, С. А. Кудря*, Ш. Р. Маликов,
В. А. Сергиенко*, В. И. Фоминых,
В. В. Цупко-Ситников, В. Г. Чумин

НОВЫЕ ВЕТВИ α -РАСПАДА $^{221}\text{Fr} \rightarrow ^{217}\text{At}$

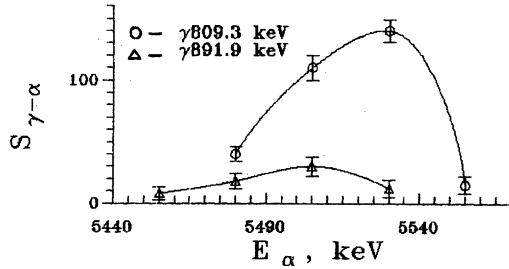
Направлено в журнал «Известия РАН, серия физическая»

*Санкт-Петербургский государственный университет

Продолжены исследования $(\gamma-\alpha)$ -совпадений при распаде нуклидов равновесной цепочки распадов ^{225}Ac [1,2]. Альфа-частицы регистрировались с помощью поверхностно-барьерного Si(Au)-детектора (ϕ 10 мм, fwhm – 20 - 25 кэВ). Для регистрации γ -лучей использован HPGe-детектор (200 см³, fwhm – 3,5 кэВ при $E_\gamma=1332$ кэВ). События задержанных $(\gamma-\alpha)$ -совпадений (E_α , E_γ , T) записывались в память компьютера в режиме "все на все" (in list mode) [3]. Анализировались спектры совпадений в окнах, установленных в спектрах α -частиц и γ -лучей. Ширина временного окна при сортировке спектров совпадений была выбрана 100 нс. Разрешающее время схемы совпадений было \simeq 20 нс.

Источники ^{225}Ac ($T_{1/2}=10$ дней) выделялись из препарата ^{229}Th ($T_{1/2}=7340$ лет) по методике "Изотопный генератор ^{225}Ac " [4]. ^{229}Th был выделен из реакторного урана более чем за десять лет до начала экспериментов. Выделенный ^{225}Ac наносился на тантал и затем распылялся в вакууме на алюминиевую фольгу. Активность источников была до 20 - 30 мкКи. Посторонние примеси в источниках не наблюдались.

В спектрах совпадений обнаружены слабые γ -лучи с энергиями 809,3 и 891,9 кэВ. В одиночном γ -спектре эти γ -лучи не проявились из-за высокого уровня комптон-фона. Гамма-лучи 809,3 кэВ, кроме того, трудно наблюдать рядом с относительно более интенсивными γ -лучами 807,4 кэВ (0,28 % распадов), возникающими при распаде ^{213}Bi (члена цепочки ^{225}Ac) [5]. На рисунке представлены зависимости площадей пиков $\gamma_{809,3}$ и $\gamma_{891,9}$ кэВ в окнах, установленных в α -спектре, от средней энергии α -частиц в этих окнах. Ширина окон (участков α -спектра) выбиралась равной 25 кэВ. Для $\gamma_{809,3}$ наблюдаем максимум при $E_\alpha = (5530 \pm 25)$ кэВ. Для $\gamma_{891,9}$ – при $E_\alpha = (5500 \pm 25)$ кэВ.



Площадь пиков совпадений с γ -лучами 809,3 и 891,9 кэВ в зависимости от средней энергии в окне α -спектра

Учитывая энергию отдачи при α -распаде, вычисляем разность энергий между основным состоянием ядра, при распаде которого возникают γ -лучи 809,3 и 891,9 кэВ, и уровнем дочернего ядра, на который идут эти γ -лучи. Получаем значения (6440 ± 25) и (6490 ± 40) кэВ, соответственно. Эти значения сравниваем с $Q_{\alpha 0}$ нуклидов цепочки ^{225}Ac [6]:

$$Q_{\alpha 0} (^{225}\text{Ac}) = 5935 \text{ кэВ}, \quad Q_{\alpha 0} (^{221}\text{Fr}) = 6458 \text{ кэВ},$$

$$Q_{\alpha 0} (^{217}\text{At}) = 7202 \text{ кэВ}, \quad Q_{\alpha 0} (^{213}\text{Bi}) = 5982 \text{ кэВ},$$

$$Q_{\alpha 0} (^{213}\text{Po}) = 8537 \text{ кэВ}, \quad Q_{\alpha 0} (^{221}\text{Ra}) = 6886 \text{ кэВ},$$

$$Q_{\alpha 0} (^{217}\text{Rn}) = 7889 \text{ кэВ}.$$

Видим, что значения 6440 и 6490 кэВ в пределах погрешностей совпадают только с $Q_{\alpha 0} (^{221}\text{Fr}) = 6458$ кэВ, и поэтому считаем, что γ -переходы 809,3 и 891,9 кэВ возникают при α -распаде ^{221}Fr как переходы с уровней ^{217}At с этими энергиями в основное состояние.

В принципе следует рассмотреть возможность, что γ -лучи 809,3 и 891,9 кэВ происходят между возбужденными уровнями дочернего ядра. Это может иметь место при α -распаде ^{217}At , ^{213}Po , ^{221}Ra , и ^{217}Rn . Однако в этих случаях α -распад происходил бы на уровни дочернего ядра с энергией больше одного МэВ. Считаем такую возможность маловероятной.

Интенсивности γ -лучей 809,3 и 891,9 кэВ
при α -распаде ^{221}Fr

E_α , кэВ	E_γ , кэВ	$I_\gamma \cdot 10^4\%$ распадов
5530(25)	809,3(2)	9,0(20)
5500(40)	891,9(3)	3,3(9)

Интенсивность γ -лучей 809,3 и 891,9 кэВ (см. таблицу) в процентах распадов ^{221}Fr вычислена из отношения площадей пиков этих γ -лучей в спектрах (γ - α)-совпадений к площади пика совпадений самых интенсивных при распаде ^{221}Fr γ -лучей 218,1 кэВ с учетом известной их интенсивности [2] и коэффициента конверсии [7].

Таким образом, в исследованиях (γ - α)-совпадений установлено заселение при α -распаде ^{221}Fr новых уровней в ^{217}At с энергией 809,3 и 891,9 кэВ. Интенсивность α -распада на новые уровни равна или, если существуют другие γ -лучи с этих уровней, несколько больше интенсивности γ 809,3 и γ 891,9 кэВ. Факторы задержки α -распада равны или несколько меньше 65 и 85, соответственно.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 98-02-16451).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V.G.Chumin, V.I.Fominykh, K.Ya.Gromov et al.// Z. Phys.A. 1997. V.358. P.33.
2. К.Я.Громов, Д.К.Джаббер, Ш.Р.Маликов и др.// Изв.РАН. сер.физ. 1999. Т.63. С.860.
3. В.И.Фоминых, Я.Ваврышук, Г.В.Веселов и др.// ПТЭ. 1995. Т.5. С.19.
4. V.V.Tsupko-Sitnikov, Yu.V.Norseev, V.A.Khalkin.// Journal of Radioanalytical Nucl. Chem. 1996. V.202. P.75.
5. К.Я.Громов, С.А.Кудря, Ш.Р.Маликов и др.// Изв.РАН. сер.физ. 2000. Т.64. С.2231.
6. R.V.Firestone.// Table of Isotopes. J.Wiley and Sons Inc. New York. 1996.
7. Б.С.Джелепов, Р.Б.Иванов, М.А.Михайлова и др.// Изв.АН СССР. сер.физ. 1967. Т.31. С.568.

Получено 7 февраля 2002 г.

Громов К. Я. и др.
Новые ветви α -распада $^{221}\text{Fr} \rightarrow ^{217}\text{At}$

P6-2002-17

В исследованиях (γ - α)-совпадений обнаружены две новые ветви α -распада ^{221}Fr на уровни ^{217}At с энергиями 809,3 и 891,9 кэВ с интенсивностью $9 \cdot 10^{-4} \%$ и $3,5 \cdot 10^{-4} \%$ распадов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Джелепова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2002

Перевод авторов

Gromov K. Ya. et al.
New Weak Branches of $^{221}\text{Fr} \rightarrow ^{217}\text{At}$ Alpha-Decay

P6-2002-17

Two new weak ($9 \cdot 10^{-4} \%$ and $3.5 \cdot 10^{-4} \%$ per decay) branches of ^{221}Fr alpha-decay on earlier unknown ^{217}At levels with energies 809.3 and 891.9 keV have been observed.

The investigation has been performed at the Dzhelapov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2002

Редактор *М. И. Зарубина*
Макет *Н. А. Киселевой*

ЛР № 020579 от 23.06.97.

Подписано в печать 20.03.2002.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,44. Уч.-изд. л. 0,26. Тираж 305 экз. Заказ № 53185.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.