

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-299

P6-95-299

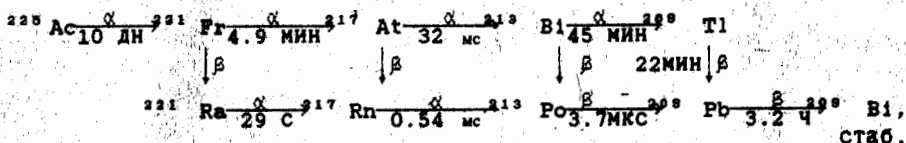
В.Г.Чумин, С.С.Елисеев, К.Я.Громов, Ю.В.Норсеев,
В.И.Фоминых, В.В.Цупко-Ситников

БЕТА-РАСПАД ^{221}Fr И ^{217}At

Направлено в журнал «Известия РАН, серия физическая»

1995

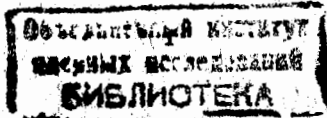
Радиоактивные нуклиды ^{221}Fr и ^{217}At испытывают в основном α -распад. Верхний предел интенсивности β^- -распада ^{221}Fr оценивается в [1] как 0,1% на распад. Интенсивность β^- -распада ^{217}At $< 1,2 \cdot 10^{-3}$ % на распад [2]. Дьянг [3] еще в 1969 г., изучая на магнитном спектрографе α -спектр цепочки распадов



оценивал интенсивности α -линий дочерних при β^- -распаде ^{221}Fr и ^{217}At нуклидов ^{221}Ra и ^{217}Rn как $< 0,3 \cdot 10^2$ % и $(1,2 \pm 0,4) \cdot 10^2$ % на распад.

В наших исследованиях спектров (γ - α)-совпадений в цепочке распадов ^{225}Ac обнаружены слабые совпадения γ -лучей с энергией (150 ± 1) кэВ с α -частицами $E_{\alpha} = (6610 \pm 3)$ кэВ. Источники ^{225}Ac выделялись из препарата ^{225}Th ($T_{1/2} = 5$ тыс. лет) [4]. Для регистрации α -частиц использовался SiAu-детектор фирмы Canberra диаметром 12 мм. Ширина α -линии на полувысоте в использованной блуждающей геометрии (расстояние источник-детектор $\approx 2,5$ мм) со составляла 18 кэВ. Спектры γ -лучей измерялись с помощью HPGe-детектора фирмы Canberra объемом 84 см³ (разрешение 1,7 кэВ на линии 1337 ^{60}Co). Использованная экспериментальная установка описана в [5]. Для управления экспериментом использовался персональный компьютер PC AT/386. В память компьютера записывались все случаи трехмерных $E_{\gamma}E_{\alpha}t$ -совпадений. При сортировке накопленной информации имелась возможность устанавливать энергетические окна как в γ - так и в α -спектрах и высчитать спектры случайных совпадений.

На рис.1 изображен полученный в таком эксперименте спектр α -частиц при установке энергетического окна на γ -лучи с энергией (150 ± 1) кэВ. Для того чтобы не потерять отрицательных чисел при вычитании спектров при их анализе, отсчеты в каждом канале "уменьшаемого" спектра были увеличены на 50, т.е. ордината 50 на рис.1 соответствует нулевым отсчетам. Представленный на рис.1 спектр есть разность спектров в окнах $E_{\gamma} = (150 \pm 1)$ кэВ и (152 ± 1) кэВ.



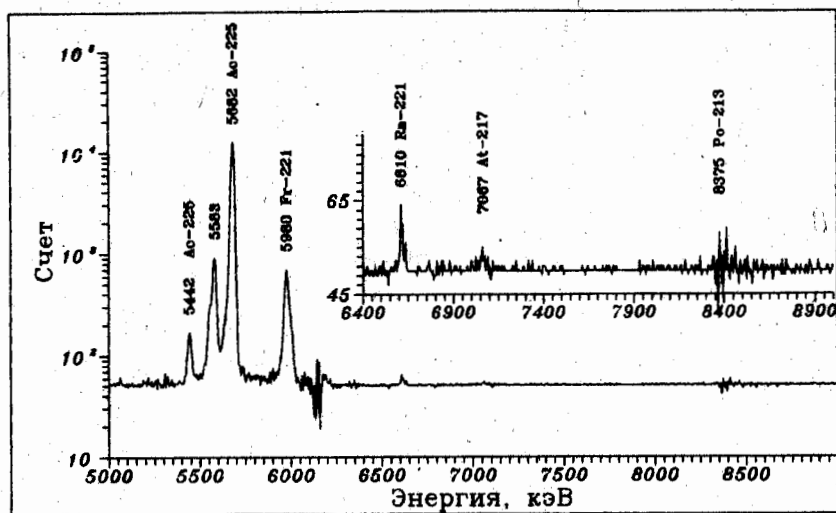


Рис. 1. Спектр α -частиц в окне $E_{\gamma} = (150 \pm 1)$ кэВ

В спектре окна $E_{\gamma} = 152$ кэВ α -линия 6610 кэВ не наблюдается. На рис. 1 отчетливо проявляются нерегулярности в спектре (положительные и отрицательные числа) на местах сильных α_0 -линий ^{221}Fr - $E_{\alpha} = 6341$ кэВ, ^{217}At - $E_{\alpha} = 7067$ кэВ и ^{213}Po - 8375 кэВ, обусловленные разностью достаточно больших чисел отсчетов во временных окнах "истинных" и случайных совпадений, а также на месте линии α_{218} - 6126 кэВ ^{221}Fr , интенсивно совпадающей при $E_{\gamma} \approx 150$ с комптоновским распределением от γ -лучей 218.2 кэВ ^{221}Fr .

Имеющиеся сведения о распаде нуклидов цепочки ^{225}Ac [2, 6, 7] позволяют уверенно приписать наблюдаемые совпадения $E_{\gamma} = (150 \pm 1)$ кэВ - $E_{\alpha} = (6610 \pm 3)$ кэВ распаду ^{221}Ra , образовавшемуся при β -распаде ^{221}Fr . Других источников возникновения ^{221}Ra в цепочке ^{225}Ac нет.

В том же окне $E_{\gamma} = 150$ кэВ наблюдаются интенсивные совпадения с α -частицами $E_{\alpha} = 5682$ кэВ (распад ^{225}Ac на уровень 150 кэВ ^{221}Fr) и $E_{\alpha} = 5980$ кэВ (распад ^{221}Fr на уровень 368 кэВ ^{217}At). Известные сведения о распаде ^{225}Ac [6], ^{221}Fr [7] и ^{221}Ra [2] позволяют рассчитать число распадов ^{221}Ra на один распад в равновесной цепочке ^{225}Ac , используя экспериментальные отношения площадей α -линий в спектре на рис. 1: $S_{\alpha_{5682}} : S_{\alpha_{5980}} : S_{\alpha_{6610}} = 8,7(2) \cdot 10^3 : 6,1(2) \cdot 10^1 : 1,0(1)$. Полученное в таких расчетах число распадов ^{221}Ra в равновесной цепочке ^{225}Ac , совпадающее с числом β -распа-

дов ^{221}Fr , равно $1,1(5) \cdot 10^2$ % на распад. Это значение на порядок ниже оценки верхнего предела в обзоре [1] и несколько выше предела, данного в работе [3].

В α -спектре нуклидов цепочки ^{225}Ac , измеренном с SiAu-детектором, отчетливо проявляется α_0 -линия ^{217}Rn - $E_{\alpha} = 7741$ кэВ. Ее интенсивность - $0,83(14) \cdot 10^{-2}$ % интенсивности α_0 -линии ^{217}At - 7067 кэВ. Так как интенсивности α_0 -линий при распаде ^{217}Rn и ^{217}At больше 99% на распад, величина $0,83(14) \cdot 10^{-2}$ % определяет и число распадов ^{217}Rn в цепочке ^{225}Ac . В этой цепочке распадов ^{217}Rn может возникать при α -распаде ^{221}Ra и β -распаде ^{217}At . При известном числе распадов ^{221}Ra - $1,1(5) \cdot 10^2$ %, определяем верхний предел числа β -распадов ^{217}At как $\approx 0,5 \cdot 10^2$ % на один распад.

Используя известные из таблиц Ауди и Вапстра [8] величины энергии β -распада для ^{221}Fr - $Q_{\beta} = 312(9)$ кэВ и для ^{217}At - $Q_{\beta} = 740(8)$ кэВ, определяем $\log ft$ для ^{221}Fr - $7,0 \pm 0,1$ и для ^{217}At - $> 4,6$. Значение $\log ft = 7,0 \pm 0,1$ для β -распада ^{221}Fr соответствует однократно запрещенному переходу и находится в согласии с принятыми в обзоре [1] спинами и четностями основного состояния ^{221}Fr - $J^{\pi} = 5/2$ и основного $I^{\pi} = 5/2$ и первого возбужденного $J^{\pi} = 7/2^{+}$, $E_{\text{ур}} = 53$ кэВ состояний ^{221}Ra . Нижний предел $\log ft > 4,6$ для β -распада ^{217}At не позволяет сделать какого-либо вывода о характере этого β -перехода. Отметим, что при известных [2] спинах и четностях основного $9/2^{-}$ состояния ^{217}At и основного $9/2^{+}$ и первого возбужденного $7/2^{+}$ состояний ^{217}Rn следует ожидать, что β -переход между ними однократно запрещен, т.е. $\log ft \approx 7$, и что интенсивность β -распада примерно на два порядка меньше даваемого здесь предела.

Таким образом, в настоящей работе впервые наблюдался β -распад ^{221}Fr . Его интенсивность $1,1(5) \cdot 10^2$ % на распад. Показано, что интенсивность β -распада ^{217}At меньше, указанной в обзоре [1].

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №94-02-04828а).

Литература

1. Y.A.Akova1i NDS 61.623 (1990)
2. Y.A.Akova1i NDS 63.429 (1991)
3. C.F.Liang. These L.'Universite de Paris, 1969.
4. В.В.Цупко-Ситников, Д.В.Норсеев, В.А.Халкин. Препринт ОИЯИ Р12-94-194, Дубна, 1994.
5. В.И.Фоминих и др. ПТЭ (1995), № 4, в печати
6. К.Я.Громов и др. Изв. РАН, сер.Физ., 1994, т.58, № 1, с.35.
7. Д.С.Бутабаев и др. Изв. РАН, сер.Физ., 1994, т.59, № 1, в печати
8. G.Audi, A.H.Wapstra. Nucl.Phys. A565 (1993), p.1.