

НОВЫЕ НУКЛИДЫ $^{226, 227}\text{Np}$

А.Н.Андреев, Д.Д.Богданов, А.В.Еремин, А.П.Кабаченко,
О.Н.Малышев¹, Г.М.Тер-Акопьян, В.И.Чепигин, Ш.Шаро²

С использованием кинематического сепаратора ВАСИЛИСА идентифицированы новые изотопы $^{226, 227}\text{Np}$. Идентификация нуклидов проводилась после "in-flight" сепарации по наблюдению цепочки их последующих α -распадов. Изотоп ^{227}Np был получен в реакции $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$. Изотоп ^{226}Np идентифицирован в продуктах реакций полного слияния $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$ и $^{26}\text{Mg} + ^{205}\text{Tl}$. Энергия α -распада ^{227}Np : $E_{\alpha} = (7680 \pm 20)$ кэВ. Для ^{226}Np обнаружены две α -линии: $E_{\alpha 1} = (8000 \pm 20)$ кэВ и $E_{\alpha 2} = (8060 \pm 20)$ кэВ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

The New Nuclides $^{226, 227}\text{Np}$

A.N.Andreyev et al.

The neutron-deficient isotopes $^{226, 227}\text{Np}$ have been produced in the complete fusion reactions and were identified after in-flight separation with the kinematic separator VASSILISSA, followed by their implantation into a silicon detector and the observation of the genetic relationships of subsequent α -decays. The isotope ^{227}Np was produced in the $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$ reaction, the isotope ^{226}Np was produced in the reactions $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$ and $^{26}\text{Mg} + ^{205}\text{Tl}$. ^{227}Np was found to decay with $E_{\alpha} = (7680 \pm 20)$ keV and for ^{226}Np two α -lines at $E_{\alpha 1} = (8000 \pm 20)$ keV and $E_{\alpha 2} = (8060 \pm 20)$ keV were observed.

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

В экспериментах использовался выведенный пучок ионов ^{22}Ne циклотрона У-400 ЛЯР ОИЯИ со средней интенсивностью $\approx 10^{12}$ част./с и энергиями (109 ± 1) МэВ и (121 ± 1) МэВ на мишени. Вращающаяся мишень из ^{209}Bi толщиной $0,32$ мг/см² была изготовлена методом вакуумного напыления на подложку из алюминия толщиной $1,6$ мг/см². Ядра отдачи, вылетевшие

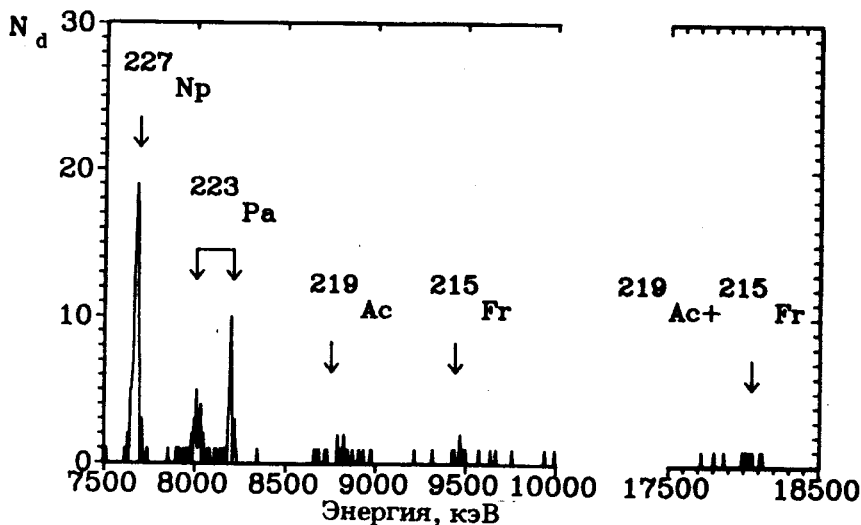
¹Институт ядерных исследований АН СССР, Москва

²GSI, Darmstadt

из мишени, отделялись от ионов пучка и продуктов реакций передач с помощью электростатического сепаратора ВАСИЛИСА ^{1,2/} и после прохождения двух широкоапертурных времяпролетных детекторов с тонкими ($30 \div 40$ мкг/см²) пленками имплантировались в полупроводниковый детектор, изготовленный методом планарной технологии, общей площадью 35 см², разделенный на 8 независимых полос. Эффективность сепарации для продуктов (xp)-канала реакции измерялась экспериментально в реакциях $^{22}\text{Ne} + ^{197}\text{Au}$, nat. W и равнялась $(2,9 \pm 0,2)\%$. С использованием охлаждения до 265 К энергетическое разрешение детекторов было не хуже 25 кэВ для α -частиц с энергией $7 \div 9$ МэВ. Для измерения быстрых ($T_{1/2} < 50$ мкс) последовательных α -распадов применялась система из двух АЦП. Значения энергии α -распадов для известных нуклидов брались из работы ^{3/}.

Экспериментальные результаты

Идентификация нуклидов проводилась методом α - α -корреляций (см., например, ^{4/}). Полученное значение энергии α -распада для ^{227}Np хорошо совпадает с результатами наших первых экспериментов по идентификации ^{227}Np , изложенными в работе ^{5/}. Изотоп ^{227}Np идентифицирован по хорошо выделенным корреляциям α -линии с энергией $E_\alpha(M) = (7680 \pm 20)$ кэВ, с α -линиями дочерних продуктов: ^{223}Pa , ^{219}Ac и ^{215}Fr . На рисунке



приведен результат корреляционного анализа для материнского ядра ^{227}Np во временном окне 0 — 25 мс. Общее число зарегистрированных α -распадов, приписанных ^{227}Np , при двух значениях энергии пучка, составило 120 событий, из них — 70 событий при $E(^{22}\text{Ne}) = (109 \pm 1)$ МэВ на мишени. Период полураспада дочерних α -активностей $T_{1/2} = 5 \pm 1$ мс хорошо совпадает с известным для ^{223}Pa . Импульсы, имеющие энергию в диапазоне 17 — 18 МэВ, мы интерпретируем как результат полного или частичного суммирования дочерних продуктов: ^{219}Ac и ^{215}Fr .

Изотоп ^{226}Np был получен в реакции $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$ при $E(^{22}\text{Ne}) = (121 \pm 1)$ МэВ на мишени и идентифицирован по корреляциям с известным дочерним продуктом — ^{214}Fr ($E_\alpha = 8,42$ МэВ, $T_{1/2} = 5,0$ мс). Обнаружены две α -линии с энергиями $E_{\alpha 1} = (8000 \pm 20)$ кэВ и $E_{\alpha 2} = (8060 \pm 20)$ кэВ, являющиеся материнскими в цепочке α -распадов, приводящих к дочернему ядру ^{214}Fr . Общее число корреляций составляет для $E_{\alpha 1}(M) = (8000 \pm 20)$ кэВ $E_\alpha(D) = 8420$ кэВ 11 событий и для $E_{\alpha 2}(M) = (8060 \pm 20)$ кэВ — $E_\alpha(D) = 8420$ кэВ также 11 событий. Период полураспада для этих корреляций, измеренный методом α - α -корреляций, равен $T_{1/2} = 8^{+4}_{-2}$ мс и находится в согласии с суммой периодов полураспада дочерних продуктов ($^{222}\text{Ra} + ^{218}\text{Ac} + ^{214}\text{Fr}$). Таким образом, эти корреляции могут быть приписаны распаду изотопа ^{226}Np и его дочерних продуктов. Кроме этого, зарегистрированы корреляции с периодом полураспада $T_{1/2} = 2,5^{+3}_{-1,5}$ мс материнских α -линий α_1 и α_2 с дочерними α -распадами с энергией в диапазоне 8,5 ÷ 18 МэВ, которые мы связываем с полным или частичным суммированием импульсов от α -распада дочерних продуктов: ^{222}Ra и ^{218}Ac .

Изотоп ^{226}Np был идентифицирован также в реакции $^{26}\text{Mg} + ^{205}\text{Tl}$ при энергии $E(^{26}\text{Mg}) = (142 \pm 1)$ МэВ на мишени. Методом α - α -корреляций были получены данные, аналогичные данным для реакции $^{22}\text{Ne} + ^{209}\text{Bi}$. Общее число корреляций $\alpha_1 - ^{214}\text{Fr}$ равно 2 событиям, $\alpha_2 - ^{214}\text{Fr}$ — 3 событиям.

Так как средний интервал между приходом ядер отдачи в детектор в наших экспериментах составлял $\approx 0,1$ с и был сравним с ожидаемым периодом полураспада для $^{226, 227}\text{Np}$ ($T_{1/2}(^{226}\text{Np}) = 56$ мс и $T_{1/2}(^{227}\text{Np}) = 2$ с^{6/}), то мы не проводили измерения периодов полураспада для этих изотопов.

В таблице приведены значения Q_α -величин для изотопов $^{226, 227}\text{Np}$ в сравнении с данными систематик^{6,8/} и таблиц масс^{7,9/}.

Ядро	Q_{α} -величины, МэВ				
	Наши результаты	/6/	/7/	/8/	/9/
^{226}Np	$8,15 \pm 0,02$ $8,20 \pm 0,02$	7,91	8,17	8,35	7,92
^{227}Np	$7,82 \pm 0,02$	7,46	7,78	7,95	7,36

Поперечные сечения образования составляют (70 ± 40) нб при энергии $E(^{22}\text{Ne}) = (121 \pm 1)$ МэВ для ^{226}Np и $(0,3 \pm 0,15)$ мкб для ^{227}Np при энергии $E(^{22}\text{Ne}) = (109 \pm 1)$ МэВ.

После подготовки этого материала к печати мы получили сообщение /10/, что в реакции $^{209}\text{Bi} + ^{22}\text{Ne}$ при $E_{\text{Ne}} = 121$ МэВ наблюдались два α -излучателя с $E_{\alpha} = (8044 \pm 20)$ кэВ, $T_{1/2} = 31 \pm 8$ мс и $E_{\alpha} = (7680 \pm 20)$ кэВ, $T_{1/2} = (510 \pm 60)$ мс. Эти α -активности были приписаны α -распадам ^{226}Np и ^{227}Np , соответственно.

Литература

1. Yeremin A.V. et al. — Nucl.Instr. and Meth., 1989, A274, p.528.
2. Yeremin A.V. et al. — JINR Preprint, E15-90-347, Dubna, 1990.
3. Westmeier W., Merklin A. — Catalog of Alpha Particles from Radioactive Decay. Karlsruhe, 1985, Nr. 29-1.
4. Schmidt K.H. et al. — Nucl. Phys., 1979, A318, p.260.
5. Андреев А.Н. и др. — В сб.: Труды Межд. Школы-семинара по физике тяжелых ионов. ОИЯИ, Д7-90-142, 1990, с.508.
6. Колесников Н.Н., Демин А.Г. — Препринт ОИЯИ Р6-9420, Дубна, 1975.
7. Liran S. and Zeldes N. — ADNDT, 1976, v.17, p.476.
8. Viola V.E.Jr. and Seaborg G.T. — J.Inorg. Chem., 1966, 28, p.741.
9. Moller P. and Nix J.P. — Preprint LA-UR-86-3983, Los. Alamos, NM 87545, 1986.
10. Ninov V. et al. — Z.Phys. A, 1990, 336, p.473.

Рукопись поступила 4 сентября 1990 года.