

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИИ
ДУБНА



Р6 - 8929

A54

А.Зелински, К.Зубер, Я.Зубер, В.В.Кузнецов,
А.Колачковски, А.Лятушински, Ю.В.Норсеев,
Х.-Г.Ортлепп, И.Пенев, А.В.Потемпа

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕТА-РАСПАДА
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ РАДОНА

^{207}Rn ($T_{1/2} = 10$ МИН), ^{206}Rn ($T_{1/2} = 5,7$ МИН)

и ^{205}Rn ($T_{1/2} = 2,8$ МИН)

1975

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 аperiodическом 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.

А.Зелински, К.Зубер, Я.Зубер, В.В.Кузнецов,
А.Колачковски, А.Лятушински, Ю.В.Норсеев,
Х.-Г.Ортлепп, И.Пенев, А.В.Потемпа

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕТА-РАСПАДА
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ РАДОНА

^{207}Rn ($T_{1/2} = 10$ МИН), ^{206}Rn ($T_{1/2} = 5,7$ МИН)

и ^{205}Rn ($T_{1/2} = 2,8$ МИН)

Введение

Исследование возбужденных состояний нейтрондефицитных изотопов астата, проявляющихся в бета-распаде радиоактивных ядер радона, позволяет изучить основные свойства многочастичных состояний ядер вблизи оболочек $Z = 82$, $N = 126$. В частности, в ядрах ^{205}At и ^{207}At , кроме одночастичных состояний 85-го протона и состояний, связанных с его взаимодействием с фооном, должны возбуждаться уровни, принадлежавшие мультиплету $(h\ 9/2)^3$.

В работах ¹⁻³ при исследовании возбужденных состояний ядер $^{201, 203, 207}_{83}\text{Bi}$ и $^{211}_{85}\text{At}$ обнаружены низколежащие состояния (1,0 ~ 1,5 МэВ) с положительной четностью, которые можно интерпретировать как дырочные состояния, обусловленные переходом протонов из состояний $s_{1,2}$, $d_{3,2}$, $d_{5,2}$ заполненной оболочки $Z = 82$. Некоторые данные о существовании этого типа состояний в ядрах ^{207}At и ^{209}At содержатся в работах ^{4,5}.

Изучение распада $^{204, 206, 208}\text{Rn}$ интересно с точки зрения исследования свойств мультиплета $\rho(h\ 9/2)^3 \pi(f\ 5/2)^{1,3, -3}$, члены которого должны проявляться при бета-распаде. Недавно в работе ⁶ при

исследовании миллисекундных изомеров нечетно-нечетных ядер ^{204}Bi и ^{206}Bi в реакции $^{203}\text{Tl}(\sigma, 3n)^{204}\text{Bi}$ и $^{205}\text{Tl}(\sigma, 3n)^{206}\text{Bi}$ наблюдались только самые нижние состояния этого мультиплета. Бета-распадные свойства $^{204,206,208}\text{Rn}$ до сих пор изучены очень мало. Первые данные о гамма-лучах, возникающих при распаде ^{208}Rn и возбужденных состояниях ^{208}At , представлены в работах ^{7,8}.

В настоящей работе наиболее полно¹ проведено исследование распада ^{207}Rn , предлагается схема распада $^{207}\text{Rn} \rightarrow ^{207}\text{At}$, получены дополнительные данные о схеме распада $^{205}\text{Rn} \rightarrow ^{205}\text{At}$, впервые исследовался спектр гамма-лучей, возникающих при распаде ^{206}Rn и обсуждается вариант схемы распада $^{206}\text{Rn} \rightarrow ^{206}\text{At}$. Предварительные результаты этой работы сообщались в работах ⁹⁻¹².

Подготовка источников

Радиоактивные изотопы $^{205,206,207}\text{Rn}$ получались в реакции расщепления тория протонами с энергией $E_p = 660 \text{ МэВ}$ на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Мишень из окиси тория весом 0,5 кг, помещенная в кварцевую колбу, облучалась на внешнем душке протонов синхротрона.

Газообразные продукты реакции, в том числе атомы радона, диффундировали из окиси тория и откачивались в специальной вакуумной системе через охлаждаемую жидким азотом ловушку с активированным углем. Ловушки с радиоактивными продуктами реакции переносились к масс-сепаратору, подключались к ионному источнику масс-сепаратора и подогревались. Поступающие в источник ионов атомы радона ионизировались и переносились на коллектор масс-сепаратора. Вся процедура длилась приблизительно 7-8 мин. от конца облучения мишени.

Метод получения масс-сепарированных источников благородных газов подробно описан в работе ¹³.

Результаты измерений

Все измерения проводились с помощью спектрометров с полупроводниковыми $\text{Ge}(\text{Li})$ - и $\text{Si}(\text{Li})$ - детекторами. Для измерений гамма-спектров и спектров гамма-гамма-совпадений применялись детекторы с чувствительными объемами 3 см^3 (разрешение $1,1 \text{ кэВ}$ при энергии 120 кэВ), 40 см^3 (разрешение $2,5 \text{ кэВ}$ при энергии 1332 кэВ), 27 см^3 (разрешение $2,7 \text{ кэВ}$ при энергии 1332 кэВ) и 38 см^3 (разрешение $3,1 \text{ кэВ}$ при энергии 1332 кэВ). Для измерений спектров электронов внутренней конверсии применялся $\text{Si}(\text{Li})$ -детектор с разрешением $2,0 \text{ кэВ}$ при энергии 120 кэВ , а для измерения спектра позитронов ^{207}Rn - $\text{Si}(\text{Li})$ -детектор толщиной 14 мм с разрешением $\sim 8 \text{ кэВ}$.

В спектре гамма-лучей, возникающих при распаде ^{207}Rn , наблюдалось 109 гамма-переходов. Энергии и интенсивности этих переходов сведены в табл.1. Десять переходов наблюдались раньше в работе /4/. В спектре электронов внутренней конверсии наблюдались конверсионные электроны только интенсивных переходов, и для этих переходов рассчитаны значения коэффициентов внутренней конверсии и определены мультипольности: $329,4$ ($M1$); $344,5$ ($E2+20\% M1$); $402,7$ ($M1$); $674,0$ ($E2$) и $747,2 \text{ кэВ}$ ($M1+E2$).

Результаты анализа спектров электронов внутренней конверсии хорошо согласуются с данными, полученными в работе /4/. В спектрах γ - γ -совпадений при распаде ^{207}Rn наблюдались совпадения перехода $344,5 \text{ кэВ}$ с гамма-лучами с энергией $329,5$; $402,6$; $553,2$; $628,6$; $631,6$; $674,0$; $697,5$; $775,3$ и $853,4 \text{ кэВ}$; перехода $402,7 \text{ кэВ}$ - с $344,5$; $367,6$; $477,8 \text{ кэВ}$; перехода 674 кэВ - с $344,5 \text{ кэВ}$; перехода $747,2 \text{ кэВ}$ - с $367,6$ и $477,8 \text{ кэВ}$.

Анализ совпадений перехода $344,5 \text{ кэВ}$ с КХ-рентгеновскими лучами и с аннигиляционным излучением позволил установить, что урсень с энергией $344,5 \text{ кэВ}$ интенсивно заселяется позитронами, для этого состояния также определили соотношение $K/\beta^+ = 2,6 \pm 0,3$.

Таблица I
Энергии и интенсивности гамма-лучей, возникающих
при распаде ^{207}Pb

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma} [\text{кэВ}]$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$	$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma} [\text{кэВ}]$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$
168,01 \pm 0,3	5,6 \pm 1,1	511,00 \pm 0,06	178 \pm 18
233,8 \pm 0,2	15 \pm 3	520,2 \pm 0,3	3 \pm 1,5
242,9 \pm 0,4	3,4 \pm 1,0	524,2 \pm 0,3	5 \pm 2,5
245,7 \pm 0,4	3,4 \pm 0,8	535,2 \pm 0,5	7,8 \pm 2,0
295,5 \pm 0,3	8,8 \pm 1,5	537,6 \pm 0,5	6,2 \pm 1,8
308,0 \pm 0,4	3,7 \pm 0,8	547,0 \pm 0,2	7,2 \pm 2,0
329,45 \pm 0,05	66 \pm 7	553,2 \pm 0,1	26 \pm 5
337,6 \pm 0,4	2,8 \pm 2,0	559,2 \pm 0,4	4,6 \pm 1,1
344,53 \pm 0,05	1000	561,1 \pm 0,2	7,8 \pm 1,6
350,1 \pm 0,3	12 \pm 3	566,3 \pm 0,2	6,4 \pm 2,0
361,0 \pm 0,4	2,2 \pm 1,0	573,4 \pm 0,4	3,8 \pm 1,2
367,6 \pm 0,05	55 \pm 6	580,1 \pm 0,3	7,8 \pm 2,0
377,9 \pm 0,2	15 \pm 3	599,0 \pm 0,4	5,2 \pm 1,8
380,3 \pm 0,6	5,8 \pm 2,0	604,0 \pm 0,4	4,4 \pm 1,1
402,68 \pm 0,05	260 \pm 26	610,1 \pm 0,2	8,4 \pm 1,7
417,7 \pm 0,2	10 \pm 2,1	616,2 \pm 0,4	4,8 \pm 1,2
436,3 \pm 0,3	6,5 \pm 1,8	620,7 \pm 0,2	7,0 \pm 2,0
43,5 \pm 0,4	4,2 \pm 1,3	628,6 \pm 0,1	2 4 \pm 5
446,1 \pm 0,1	11 \pm 2,2	631,6 \pm 0,1	64 \pm 6
471,4 \pm 0,7	4,4 \pm 1,2	636,0 \pm 0,4	3 \pm 1,5
475,6 \pm 0,2	15 \pm 4	638,1 \pm 0,4	3 \pm 1,5
477,8 \pm 0,5	7,8 \pm 1,7	643,4 \pm 0,2	27 \pm 5
485,0 \pm 0,6	5,2 \pm 1,6	647,2 \pm 0,1	39 \pm 8
486,9 \pm 0,5	6,4 \pm 1,8	655,6 \pm 0,4	4,2 \pm 1,5

Таблица 1 (продолжение)

1	2	1	2
660,4 ± 0,2	19 ± 4	853,4 ± 0,1	51 ± 10
672,0 ± 0,3	14 ± 4	861,4 ± 0,4	3,2 ± 1,2
674,0 ± 0,05	265 ± 25	865,4 ± 0,4	5,0 ± 2,3
685,8 ± 0,1	27 ± 5	873,5 ± 0,7	5,3 ± 2,4
687,5 ± 0,2	14 ± 4	879,9 ± 0,7	4,0 ± 1,5
691,5 ± 0,5	2,6 ± 1,0	884,5 ± 0,3	6,6 ± 2,5
697,5 ± 0,1	52 ± 8	892,7 ± 0,7	22 ± 4
700,5 ± 0,1	9,7 ± 2,0	908,6 ± 0,1	30 ± 15
712,8 ± 0,2	13 ± 4	919,8 ± 0,3	6,4 ± 2,7
739,8 ± 0,5	5,0 ± 1,7	923,2 ± 0,6	2,8 ± 1,4
747,15 ± 0,07	310 ± 30	939,4 ± 0,3	7,6 ± 2,4
751,6 ± 0,4	10 ± 2	947,9 ± 0,4	6,5 ± 2,0
754,2 ± 0,6	5,2 ± 1,4	951,8 ± 0,4	8,2 ± 3,0
763,4 ± 0,7	2,0 ± 0,7	973,35 ± 0,13	55 ± 10
768,0 ± 0,3	6,2 ± 2,0	983,0 ± 0,5	5,2 ± 2,0
775,3 ± 0,09	45 ± 6	985,8 ± 0,3	8,4 ± 3,0
780,9 ± 0,4	1,5	990,7 ± 0,3	7,4 ± 2,5
788,1 ± 0,4	4,6 ± 1,3	993,2 ± 0,3	11 ± 3
792,3 ± 0,4	3,8 ± 1,0	999,2 ± 0,2	26 ± 4
798,9 ± 0,3	4,8 ± 1,4	1083,0 ± 0,7	6 ± 3,0
804,3 ± 0,7	4,4 ± 2,0	1121,1 ± 0,5	5 ± 2,0
806,1 ± 0,5	6,2 ± 2,3	1129,7 ± 0,5	4,4 ± 2,0
820,7 ± 0,4	5,0 ± 2,0	1172,0 ± 0,4	-
823,3 ± 0,4	4,4 ± 1,6	1176,3 ± 0,6	-
864,8 ± 0,3	3,8 ± 1,3	1190,4 ± 0,5	5,0 ± 2
847,5 ± 0,3	6,9 ± 2,6	1224,8 ± 0,2	13 ± 3

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4
$1254,6 \pm 0,2$	$7,4 \pm 3$	$1326,6 \pm 0,7$	-
$1474,3 \pm 0,7$	-	$1478,8 \pm 0,7$	-
$1507,5 \pm 0,6$	10 ± 4	$1522,8 \pm 0,4$	15 ± 4
$1539,5 \pm 0,7$	13 ± 5	$1799,6 \pm 0,8$	-
$1806,1 \pm 0,8$	-	$2576,6 \pm 0,3$	$6,6 \pm 2,0$

Исходя из измерений величины K/β^+ , и предположив, что распад является разрешенным, можно получить значение $E_{\text{гр}} \beta^+ = 3,0 \pm 0,2$ МэВ. Соответственно, разность масс $^{207}\text{Rn} - ^{207}\text{At}$ равна $Q_{\beta^+} = 4,4 \pm 0,2$ МэВ. Непосредственное измерение спектра позитронов дало величину $E_{\text{гр}} \beta^+ = 3,25 \pm 0,10$ МэВ и, соответственно, $Q_{\beta^+} = 4,61 \pm 0,10$ МэВ в предположении, что наблюдаемые позитроны заселяют уровень 344,5 кэВ в ^{207}At .

В спектре гамма-лучей, возникающих при распаде ^{205}Rn , наблюдаются шесть гамма-переходов (табл.2),

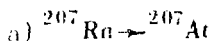
Таблица 2
Энергии и интенсивности гамма-лучей, возникающих
при распаде ^{205}Rn

$E_{\gamma} [\text{кэВ}]$	I_{γ}	$E_{\gamma} [\text{кэВ}]$	I_{γ}
264,9	100	620,2	25
354,9	3,7	675,0	20
464,5	25	729,6	20

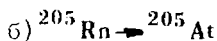
Три из них наблюдались ранее в работе ^{4/}. В спектре электронов внутренней конверсии ²⁰⁵Rn наблюдались K и L линии перехода 264,9 кэВ. Соотношение их интенсивностей $I_K/I_L = 2,1$ указывает на мультипольность перехода 264,9 кэВ - E2.

Спектр гамма-лучей, возникающих при распаде ²⁰⁶Rn, исследовался впервые. Результаты анализа этого спектра даны в табл. 3. Из соотношения интенсивностей KX-рентгеновского излучения и интенсивности гамма-лучей с энергией 62,0 кэВ можно сделать вывод, что мультипольность перехода с энергией 62,0 кэВ ниже M2.

Схемы распада



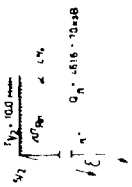
На основе анализа спектров γ - γ -совпадений при распаде ²⁰⁷Rn введены 10 возбужденных состояний ²⁰⁷At. Исходя из баланса энергий и интенсивностей гамма-переходов, мы ввели еще 12 состояний. В предлагаемой схеме распада ²⁰⁷Rn (рис.1) размещено большинство наблюдаемых гамма-переходов. Суммарная интенсивность неразмещенных гамма-переходов составляет ~30% распадов. Пять первых возбужденных состояний идентичны состояниям, введенным в работе ^{4/}. Значения спинов и четностей состояний ²⁰⁷Rn и ²⁰⁷At, как и в работе ^{4/}, приняты, согласно оболочечной модели, $5/2^-$ и $9/2^-$, соответственно. Спины и четности возбужденных состояний ²⁰⁷At определены на основе анализа значений $Igft$, мультипольностей гамма-переходов и способа разрядки этих состояний.



На основе энергетического баланса и баланса интенсивностей наблюдаемых гамма-переходов в ²⁰⁵At и сравнения с возбужденными состояниями ²⁰⁷At и ²⁰⁹At ^{5/} можно ввести возбужденные состояния с энергиями 620,0 и 939,9 кэВ дополнительно к двум состояниям с энергией 264,9 и 729,5 кэВ, ранее известным из работы ^{4/}.

Таблица 3
 Энергии и интенсивности гамма-лучей, возникающих
 при распаде ^{206}Pb

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$ [кэВ]	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$	$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$ [кэВ]	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$
K_{α}	4700 ± 500	$386,6 \pm 0,2$	634 ± 60
K_{β}	1400 ± 150	$436,3 \pm 0,4$	55 ± 16
$62,0 \pm 0,1$	143 ± 15	$444,2 \pm 0,3$	280 ± 30
$97,2 \pm 0,1$	52 ± 6	$458,5 \pm 0,5$	50 ± 10
$101,2 \pm 0,2$	36 ± 4	$465,8 \pm 0,5$	37 ± 6
$134,2 \pm 0,2$	50 ± 6	$482,8 \pm 0,3$	590 ± 66
$186,5 \pm 0,3$	68 ± 8	$485,6 \pm 0,3$	314 ± 35
$195,5 \pm 0,2$	117 ± 15	$497,7 \pm 0,2$	1040 ± 150
$208,1 \pm 0,2$	263 ± 26	$527,4 \pm 0,3$	250 ± 30
$213,4 \pm 0,4$	110 ± 17	$53,6 \pm 0,3$	165 ± 26
$215,4 \pm 0,4$	40 ± 8	$632,1 \pm 0,3$	150 ± 23
$290,9 \pm 0,4$	75 ± 10	$643,2 \pm 0,6$	67 ± 10
$302,1 \pm 0,3$	530 ± 65	$716,9 \pm 0,6$	68 ± 10
$324,5 \pm 0,2$	1000	$738,5 \pm 0,5$	155 ± 20
$350,7 \pm 0,3$	127 ± 20	$757,1 \pm 0,5$	107 ± 15
$371,1 \pm 0,3$	524 ± 55	$773,1 \pm 0,4$	596 ± 65
		$795,1 \pm 0,4$	100 ± 17



3/2	244.6	1.3	5.8	
3/3				
3/4	2038.6	1.6	5.8	
3/5				
3/6	1996.1	1.6	5.8	
3/7				
3/8	184.1	1.2	6.7	
3/9	197.7	1.2	6.7	
3/10	796.6	1.7	5.7	
3/11				
3/12	1553.4	0.7	7.3	
3/13	538.4	2.1	5.8	
3/14	1535.2	1.3	7.0	
3/15				
3/16	1751.2	-0.9	5.7	
3/17				
3/18	1284.2	1.0	7.1	
3/19				
3/20	324.6	1.1	7.2	
3/21	1148.6	1.2	5.2	
3/22	119.8	2.5	6.2	
3/23	1108.1	-0.3	5.78	
3/24				
3/25	1041.3	5.3	6.5	
3/26	1010.8	3.8	6.7	
3/27	1010.8	3.8	6.7	
3/28	873.2	1.1	7.1	
3/29				
3/30	212.6	2.1	7.2	
3/31				
3/32	767.15	26.0	4.5	6.0
3/33	674.00	11.0	2.8	6.4
3/34				
3/35				
3/36	342.53	14.0	5.9	6.4
3/37				
3/38				
3/39				
3/40				
3/41				
3/42				
3/43				
3/44				
3/45				
3/46				
3/47				
3/48				
3/49				
3/50				
3/51				
3/52				
3/53				
3/54				
3/55				
3/56				
3/57				
3/58				
3/59				
3/60				
3/61				
3/62				
3/63				
3/64				
3/65				
3/66				
3/67				
3/68				
3/69				
3/70				
3/71				
3/72				
3/73				
3/74				
3/75				
3/76				
3/77				
3/78				
3/79				
3/80				
3/81				
3/82				
3/83				
3/84				
3/85				
3/86				
3/87				
3/88				
3/89				
3/90				
3/91				
3/92				
3/93				
3/94				
3/95				
3/96				
3/97				
3/98				
3/99				
3/100				

Рис.1. Схема распада $^{207}\text{Rn} \rightarrow ^{207}\text{At}$.

Схема распада $^{205}\text{Rn} \rightarrow ^{205}\text{At}$ представлена на рис.2.

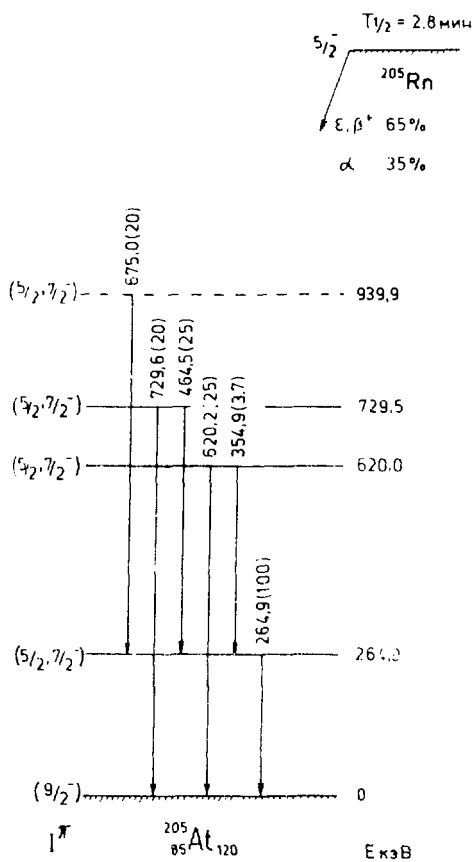
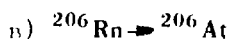


Рис.2. Схема распада $^{205}\text{Rn} \rightarrow ^{205}\text{At}$.



На основе баланса энергий и интенсивностей наблюдаемых гамма-переходов можно сконструировать несколько возможных вариантов схемы распада $^{206}\text{Rn} \rightarrow ^{206}\text{At}$. Наиболее вероятным вариантом схемы нам кажется схема, включающая возбужденные состояния ^{206}At с энергиями 61,7; 386,4; 497,8; 527,5; 869,0 и 1159,0 кэВ. Так как спин четно-четного ядра ^{206}Rn $I^{\pi}=0^{+}$, а низкоэнергетической области в ядре ^{206}At должны выступать состояния мультиплетов

$$\{p(h_{9,2})_{0^{+}}^2 + (h_{9,2})^1, n(f_{5,2})_{0^{+}}^2 + (f_{5,2})^1\} \{I^{\pi}=2^{+}, 3^{+} \dots 7^{+}$$

$$\text{и } \{p(h_{9,2})_6^2 + (h_{9,2})^1, n(f_{5,2})_0^{-2} + (p_{1,2})^1\} \{I^{\pi}=4^{+}, 5^{+}$$

с основным состоянием 7^{+} , или как для соседнего ядра ^{204}Bi 6^{+} , то эти состояния не будут непосредственно заселяться при бета-распаде ^{206}Rn . При бета-распаде ^{206}Rn в основном должны заселяться состояния с малым значением спина. В частности, возбужденное состояние с $I^{\pi}=1^{+}$ является членом мультиплета

$$\{p(h_{9,2})_{0^{+}}^2 + (f_{7,2})^1, n(f_{5,2})_{0^{+}}^2 + (f_{5,2})^1\} \{1^{+}, 2^{+} \dots 6^{+}$$

и их энергии возбуждения должны быть выше 0,5 МэВ. Большая разность значений спинов основных состояний должна привести к выступлению развитых каскадов гамма-переходов и без достаточно полного изучения $\gamma-\gamma$ и $e^{-}\gamma$ - совпадений нельзя предполагаемую схему считать окончательно установленной. Небольшое энергетическое расщепление мультиплета $\{p(h_{9,2}), n(f_{5,2})\}$, наблюдаемое в соседних ядрах висмута, возможно проявится также и в ядре ^{206}At , что будет связано с появлением интенсивного, низкоэнергетического сильно конвертируемого перехода, не наблюдавшегося нами, что, в свою очередь, приведет к сдвигу возбужденных состояний ^{206}At (рис. 3).

0+ T 1/2 = 5,7 мм

206 Rn 120

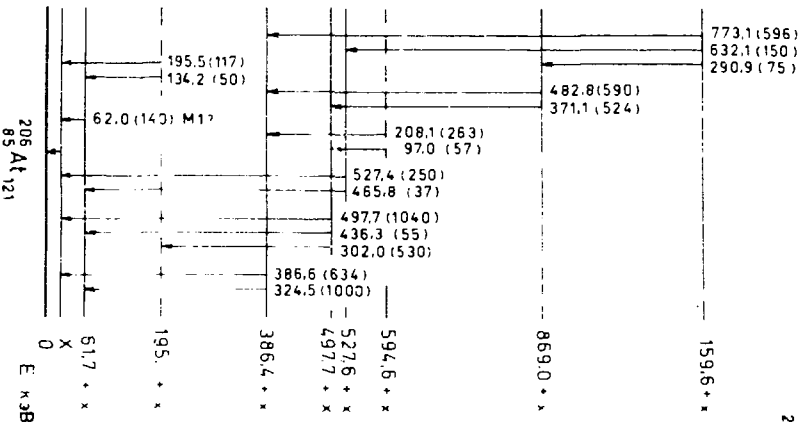


Рис. 3. Схема посадки 206 Rn , 206 At.

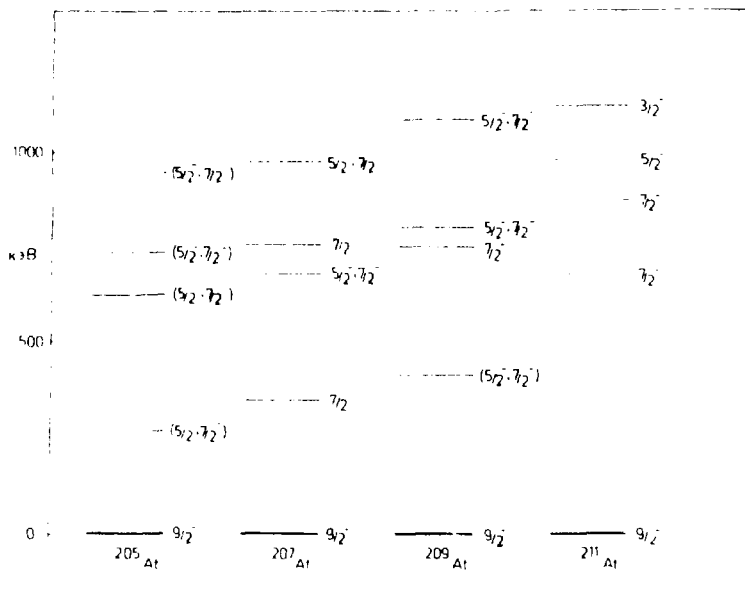


Рис. 4. Сравнение нижних возбужденных состояний нечетных ядер астага.

Обсуждение результатов

На рис.4 проведено сравнение нижних возбужденных состояний нечетных ядер At . Наблюдается некоторый сдвиг состояний при переходе от ^{209}At к ^{211}At . По-видимому, это следует объяснить влиянием конфигурации нейтронов. В ядрах $^{205,207,209}\text{At}$ заполняется нейтронами подоболочка $f_{5,2}$, а в ядре ^{211}At оболочка $N=126$ уже заполнена. Обращают на себя внимание состояния 745,8; 747,2 и 729,5 кэВ в ядрах $^{209,207,205}\text{At}$, соответственно. Эти состояния сильно заселяются путем бета-распада, в частности в случае ядра ^{207}At для состояния 747,2 кэВ значение $\lg ft = 6,0$. Эти состояния можно интерпретировать, в основном, как одночастичные состояния протона $f_{7,2}$ как это было сделано в работах [4,5]. Аналогичным состоянием в ядре ^{211}At является уровень 674,1 кэВ 2^- . Пока трудно однозначно интерпретировать первые возбужденные состояния ядер $^{205,207,209}\text{At}$ ($1^\pi = 7/2^-$). Они могут быть состояниями мультиплетта $(h_{9,2})^3$ (Соответствующий уровень $7/2^-$ в ядре ^{211}At имеет энергию 886 кэВ) или состояниями, возникающими в результате взаимодействия фонона с нечетным протоном $h_{9,2}$, как это проявляется в ядрах $^{203,205,207}\text{Bi}$ 3^- в области энергий 800-900 кэВ. В пользу первой из этих интерпретаций служит тот факт, что в ядрах $^{207,209}\text{At}$ первые возбужденные состояния $1^\pi = 7/2^-$ разряжаются преимущественно E2-переходами, в то время как уровни, обусловленные взаимодействием протона $h_{9,2}$ с фононом в ядрах висмута, разряжаются переходом типа M1.

В предлагаемой нами схеме распада ^{207}Rn относительно низко (при $E \approx 1100$ кэВ) появляются состояния с положительной четностью. Их природу, по-видимому, можно объяснить так же, как и в случае ядра ^{205}Bi , разрывом пары протонов в заполненной оболочке $Z = 82$.

Литература

1. M. Alpsten, G. Astner. Nucl. Phys., A134, 407 (1969).
2. G. Astner. Phys. Scripta. 5, 41 (1972).
3. M. Alpsten, G. Astner. Phys. Scripta, 5, 41 (1972)
4. Т. Кэмпишты, А. Кормар, Т. Морек, Л. К. Пекер, Нгуен Тат То, З. Харатым, С. Хойчацки. Препринт ОИЯИ, Р6-7003, Дубна, 1973.
5. И. Виллов, Н. А. Головков, К. Я. Громов, И. И. Громова, А. Колачковски, М. Я. Кузнецова, Ю. В. Норсеев, В. Г. Чумин. Препринт ОИЯИ, Р6-7583, Дубна, 1973; Изв. АН СССР, сер. физ., т. 38, 701 (1974).
6. Ю. И. Ракинченко, Е. А. Скажун, Г. И. Яценко, К. С. Гончаров. Программа и тезисы докладов XXII Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Киев, 1972, стр. 162.
7. И. Виллов, М. Гаснор, Н. А. Головков, И. И. Громова, А. Колачковски, В. В. Кузнецов, А. Лятушински, Г. И. Лизурей, Ю. В. Норсеев, В. Г. Чумин, Б. С. Желепов, В. И. Приходцева, Т. И. Полова. Препринт ОИЯИ, Д6-7094, Дубна, 1973, стр. 151.
8. В. И. Афанасьев, М. Гаснор и др. Препринт ОИЯИ, Д6-7094, Дубна, 1973, стр. 153.
9. А. Зелински, К. Зубер, Я. Зубер и др. Препринт ОИЯИ, Д6-7094, Дубна, 1973, стр. 145.
10. А. Зелински, К. Зубер, Я. Зубер и др. Препринт ОИЯИ, Д6-7094, Дубна, 1973, стр. 149.
11. И. Пенев, А. Зелински, К. Зубер и др. Программа и тезисы докладов XXIV Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Харьков, 1974, стр. 159.
12. И. Пенев. Автореферат диссертации ОИЯИ, 6-7911, Дубна, 1974.
13. А. Зелински, К. Зубер, Я. Зубер и др. Сообщение ОИЯИ, 6-6949, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1975 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 конденсированного состояния

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.
Д1-5969	Труды Международного симпозиума по физике высоких энергий. Дрезден, 1971.	773 стр.	7 р.	69 к.
Д1 6004	Бинарные реакции адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971.	768 стр.	7 р.	60 к.
Д10 6142	Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971.	564 стр.	6 р.	14 к.
Д13 6210	Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1971.	372 стр.	3 р.	67 к.
Д1-6349	Труды IV Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 1971.	670 стр.	6 р.	95 к.
Д 6465	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1972.	525 стр.	5 р.	85 к.
Р2-6762	Р.М.Мурадян. Автомодельность в инклюзивных реакциях. Лекция, прочитанная на Школе молодых ученых по физике высоких энергий. Сухумя, 1972.	111 стр.	1 р.	10 к.
Д-6840	Материалы II Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Штрбске Плесо, ЧССР, 1972.	398 стр.	3 р.	96 к.
Д3 7154	Пропорциональные камеры. Дубна, 1973.	173 стр.	2 р.	20 к.
Д2 7161	Нелокальные, нелинейные и неренормируемые теории поля. Алушта, 1973.	280 стр.	2 р.	75 к.

Д1.2-7411	Глубоконеупругие и множественные процессы. Дубна, 1973.	597 стр	5 р	65 к
Д13 7616	Труды VII Международного симпозиума по ядерной электронике. Будапешт, 1973.	372 стр	4 р	65 к
Р1.2 7642	Труды Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Гомель, 1973.	623 стр	7 р	15 к
Д10 7707	Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1973.	564 стр	5 р	57 к
Д1.2 7781	Труды III Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Синая, 1973.	478 стр	4 р	78 к
Д3 7991	Труды II Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1974.	552 стр	2 р	50 к
Д1.2 8405	Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варна, 1974.	376 стр.	2 р.	05 к.
Д10.11 8450	Труды Международной школы по вопросам использования ЭВМ в ядерных исследованиях. Ташкент, 1974.	465 стр.	2 р.	46 к.
Р1.2-8529	Труды Международной школы-семинара молодых ученых. Актуальные проблемы физики элементарных частиц. Сочи, 1974.	582 стр.	2 р.	60 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:

101000 Москва, Главпочтамт, яв. 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 иного 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 19940. Тираж 454. Уч.-изд. листов 0,90.

Редактор О.С.Виноградова

Подписано к печати 8.7.75 г.

Корректор Т.Е.Жильцова