

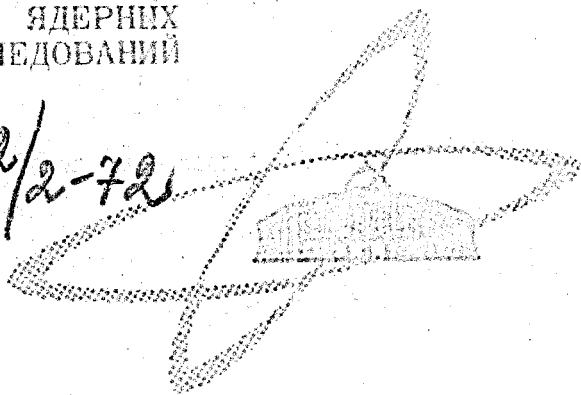
СЗУ1, 2в

К-983

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

4342/2-72



P6 - 6723

Т.Кэмписты, А.Корман, Т.Морек,
Л.К.Пекер, З.Харатым, С.Хойнацки

О ВОЗБУЖДЕНИИ ТРЕХЧАСТИЧНЫХ УРОВНЕЙ
 $^{211}_{86}\text{Rn}$ 125 ПРИ ЕС-РАСПАДЕ $^{211}_{87}\text{Fr}$ 124

АВТОРСКИЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ

1972

P6 - 6723

Т.Кэмписты, А.Корман, Т.Морек,
Л.К.Пекар, З.Харатым, С.Хойнацки

О ВОЗБУЖДЕНИИ ТРЕХЧАСТИЧНЫХ УРОВНЕЙ
211 Rn 125 ПРИ ЕС - РАСПАДЕ 211 Fr 124
86 125 87 124

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Кэмписты Т., Корман А., Морек Т., Пекер Л.К.,
Харатым З., Хойнацки С.

P6 - 6723

О возбуждении трехчастичных уровней $^{211}_{86}\text{Rn}_{125}$ при
ЕС-распаде $^{211}_{87}\text{Fr}_{124}$

Исследовался γ -спектр, сопровождающийся ЕС-распад ^{211}Fr ,
полученного в реакциях $^{197}\text{Au} (^{18}\text{O}, 4n)$. В результате проведенных
измерений γ - γ совпадений нами предложена схема уровней $^{211}\text{Rn}_{125}$.
Найден сильный γ -каскад 540, 918, 281 кэВ. По аналогии с ядром
 ^{209}Po уровень 540 кэВ ($5/2^-$) мы интерпретируем как одночастичный
нейтронный уровень f $5/2$, а уровни 1458 кэВ ($9/2^-$) и 1739 кэВ ($11/2^-$)
как трехчастичные состояния типа $p(h\ 9/2)_{4+,6+}, n(p\ 1/2)^{-1}$.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1972

Kempisty T., Korman A., Morek T.,
Peker L.K., Haratym Z., Chojnacki S.

P6 - 6723

The Excitation of Three-Particle States
in ^{211}Rn from the Electron Capture
Decay of ^{211}Fr .

The gamma rays accompanying the electron capture decay
of ^{211}Fr produced in the reaction $^{197}\text{Au}(^{18}\text{O}, 4n)$ have
been investigated. On the basis of gamma-gamma coincidence
measurements the level scheme of $^{211}_{86}\text{Rn}$ is suggested. We
have found the prominent gamma ray cascade of 540, 918
and 281 keV. By analogy with the level structure in ^{209}Po
we interpret the 540 keV ($5/2^-$) level as a single-particle
neutron state, f $5/2$, and the 1458 keV ($9/2^-$) and
1739 keV ($11/2^-$) levels as three-particle states of the
 $p(h\ 9/2)_{4+,6+}, n(p\ 1/2)^{-1}$ type.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1972

1. Введение

В последнее время вызвали значительный интерес исследования EC -распада ${}^{209}_{85}At_{124}$, которые позволили получить экспериментальные данные о многих трехчастичных уровнях ядра ${}^{209}_{84}Po_{125}$, принадлежащих мультиплету протон-нейтронной трехчастичной конфигурации $p(h 9/2)^2 n(p 1/2)^1$. Для многочастичных конфигураций такого типа (с $j = 1/2$) модель оболочек позволяет предсказать особенно простую структуру мультиплета ^{2/}, поэтому весьма важна более широкая проверка этих предсказаний. В частности, следует ожидать, что сходная конфигурация типа $p(h 9/2)^4 n(p 1/2)^1$ будет существовать в ядре ${}^{211}_{86}Rn_{125}$, основное состояние которого, на основании аналогии с другими ядрами, с $N = 125$ / ${}^{205}_{80}Hg$, ${}^{207}_{82}Pb$, ${}^{209}_{84}Po$ / вероятнее всего, имеет $I = 1/2^-$. Уровни мультиплета конфигурации $P(h 9/2)^4 \nu=2, N(p 1/2)$ с $I \leq 13/2$ в этом ядре могут возбуждаться при EC -распаде ${}^{211}_{87}Fr_{124}$, который, согласно модели оболочек, должен иметь спин $9/2^-$ и конфигурацию $p(h 9/2)^5 n(p 1/2)^2$. Настоящая работа посвящена исследованию EC -распада ${}^{211}Fr$ и схемы уровней ${}^{211}_{86}Rn_{125}$, а также поискам в ней трехчастичных уровней типа $p(h 9/2)^4 \nu=2, n(p 1/2)^1$. До сих пор в ${}^{211}Rn$ были известны только два возбужденных уровня 536 кэВ / $f 5/2^-$ и 832 кэВ / $p 3/2^-$, которые наблюдались недавно при α -распаде ${}^{215}Ra$ ^{3/}.

2. Эксперимент

Изотоп ${}^{211}Fr$ был получен в реакции ${}^{197}Au(^{18}O, 4n)$. Мишени в виде фольг / ~ 2 мг/см² / облучались на выведенном пучке

тяжелых ионов циклотрона У-300. После облучения источники не подвергались химической обработке и по истечении 1,5 минуты переносились к детектору. Измерения γ -спектров проводились $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектором объемом 20 см^3 . Во всех случаях γ -спектры измерялись несколько раз в промежутках времени, приблизительно соответствующих периоду полураспада ^{211}Fr .

Для исследования совпадений между γ -квантами был использован спектрометр совпадений типа кодировщика время-амплитуда. В качестве детекторов применялись $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектор объемом 20 см^3 и кристалл $\text{NaJ}(\text{Tl})$ размером $1 \frac{1}{2}'' \times 2''$. Массовое число Fr определялось по измерению выходов γ -переходов при уменьшении энергии падающих тяжелых ионов, а также по значению периода полураспада.

3. Результаты измерений

Как отмечалось, ^{211}Fr был получен в реакции $^{197}\text{Au}(^{18}\text{O}, 4n)^{211}\text{Fr}$ при энергии ионов 86 Мэв. Эта энергия близка к кулоновскому барьеру, поэтому получают источники относительно малой активности, но достаточно чистые по изотопному составу.

Гамма-спектр ^{211}Fr изображен на рис. 1. Определенный нами период полураспада $T_{1/2} = 3,1 \pm 0,2$ мин хорошо согласуется с результатами работ по α -распаду $^{211}\text{Fr} / T_{1/2} = 3,06 \pm 0,06 \text{ мин}^{-1/4}$. Энергии и интенсивности обнаруженных нами γ -переходов в дочернем ядре ^{211}Rn приведены в таблице 1. Измерение γ - γ совпадений показало, что переходы 540, 918 и 281 кэв образуют каскад. Полные данные, в частности, сведения о других γ - γ совпадениях, приведены в таблице 2 и на рисунке 2.

4. Обсуждение

Данные об интенсивностях самых сильных линий γ -спектра в указанном каскаде позволяют надежно установить существование уровней ^{211}Rn 540, 1458 и 1739 кэв. Первый из них, несомненно, идентичен с уровнем 536 кэв, наблюдаемым при α -распаде ^{215}Ra . На основании данных о γ - γ совпадениях и соображений об энергии, можно предположительно ввести еще три уровня 2722, 2179 и 1960 кэв.

Сравним теперь эти данные со схемой распада ^{209}At , ^{209}Po . В этой сложной схеме /1/ также очень четко выделяется каскад наиболее интенсивных γ -переходов /см. рис. 3/. При сопоставлении фрагментов схем распада ^{209}At и ^{211}Fr /рис. 3/ напрашивается вывод о том, что их сходство не случайно, и аналогичные уровни имеют одинаковые спины, четности и сходную структуру. В рамках этой картины уровни ^{211}Rn 1458 кэВ с $I = 9/2^-$ и 1739 кэВ с $I = 11/2^-$, подобно соответствующим им уровням ^{209}Po , являются трехчастичными уровнями и принадлежат к мультиплету конфигурации

$$\{ p(h\ 9/2)^4_{4^+} \nu = 2; n(p\ 1/2)^{-1} \} \text{ и } \{ p(h\ 9/2)^4_{\nu = 2}; n(p\ 1/2)^{-1} \};$$

Некоторое повышение энергий этих уровней при переходе ^{209}Po к ^{211}Rn вероятно, можно сопоставить с повышением энергий соответствующих уровней с $I = 4^+, 6^+$ конфигурации $p(h\ 9/2)^n$ в четно-четных ядрах при увеличении от $n = 2$ до $n = 6$ /табл. 3/.

Представляет также интерес сопоставление данных об энергиях одночастичных уровней $f\ 5/2, p\ 3/2, g\ 9/2, i\ 11/2$ изотопов с $N = 125$ в зависимости от числа протонов. Из рис. 4 видно, что по мере удаления от ядер с заполненной протонной оболочкой энергия одночастичных уровней в таких случаях обычно понижается.

Авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флерову за интерес к работе, а также группе циклотрона У-300, обеспечившей хорошую работу ускорителя.

Литература

1. M. Alpsten and G. Astner. Annual Report 1970 Research Institute for Physics. Stockholm. AFI 3.1.3
2. Л.К.Пекер. ЯФ, 4, 27/1966/.
3. D.F. Torgerson and R.D. Macfarlane. Phys. Rev., C2, 2309 (1970).
4. K. Valli, E.K. Hyde and W. Treytl. J. Inorg. Nucl. Chem., 29, 2503 (1967).
5. S.G. Prussin and J.M. Hollander. Nucl. Phys., A110, 176 (1968).
6. З.Харатым, Т.Кэмпислы, А.Корман, Т.Морек, Л.К.Пекер, С.Хойнауки. Программа и тезисы докладов XXII совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Киев, 1972, с. 166.

7. K.H.Maier, J.R.Leigh, R.H.Diamond and F.S.Stephens. Nucl.Chem.Ann.Report (1970) UCRL 20426.

*Рукопись поступила в издательский отдел
18 сентября 1972 года.*

Таблица 1.

Гамма-переходы, сопровождающие распад ^{211}Fr .

E_γ	221	281	440	540	763	918	983
I_γ	9 ± 2	34 ± 3	20 ± 3	100	5 ± 1	55 ± 5	20 ± 3

Таблица 2.

Результаты измерений γ - γ совпадений

Окно	Совпадающие γ -переходы
540	221, 281, 440, 918, 983
918	221, 281, 440, 540

Таблица 3.

Энергии уровней в мультиплетах конфигурации $P(h 9/2)^n$, $n = 2, 4, 6$

	$P(h 9/2)^2$	$P(h 9/2)^4$	$P(h 9/2)^6$
I	$^{210}\text{Po} / 5/$	$^{212}\text{Rn} / 6/$	$^{214}\text{Ra} / 7/$
2+	1160	1272	1381
4+	1425	1500	1637
6+	1471	1637	1817

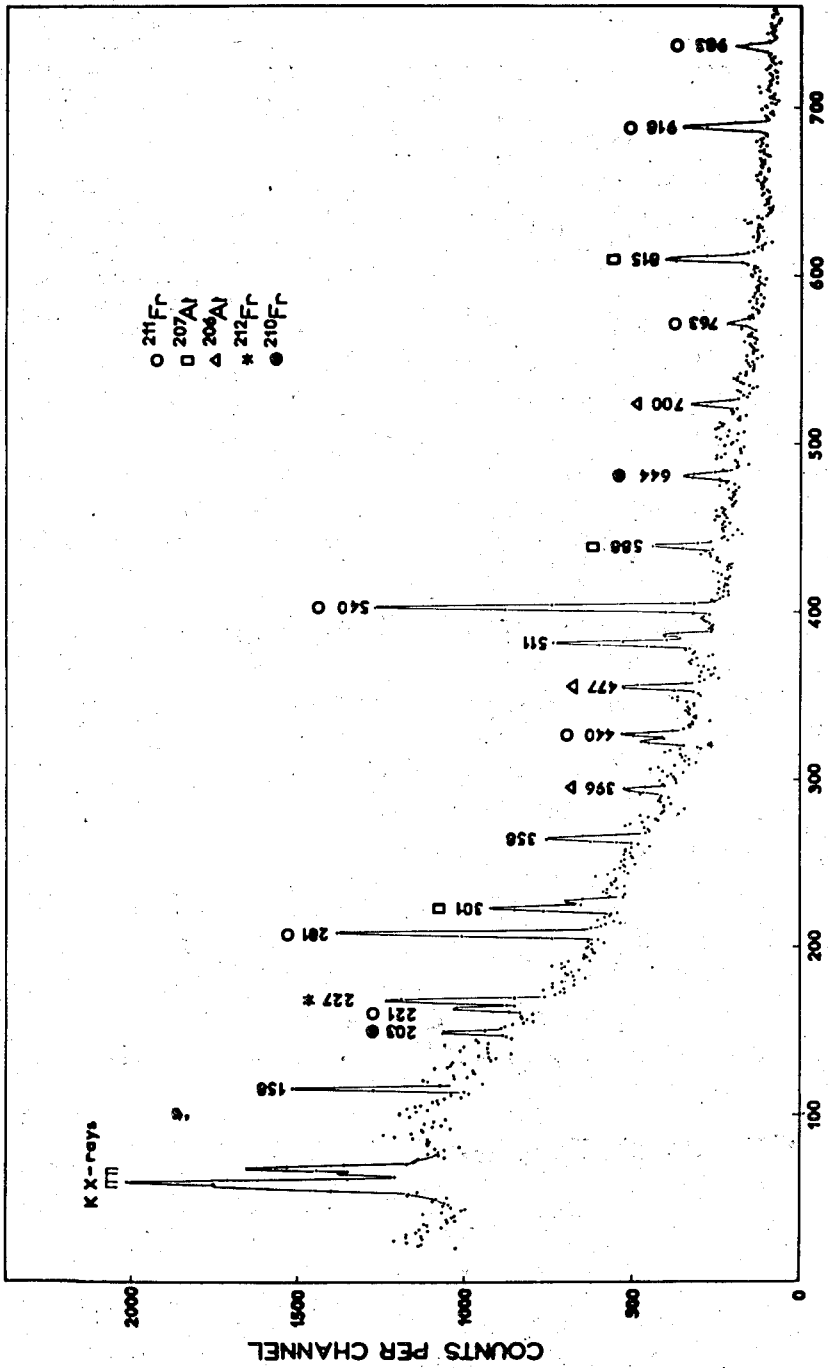


Рис. 1. Гамма-спектр ^{211}Fr .

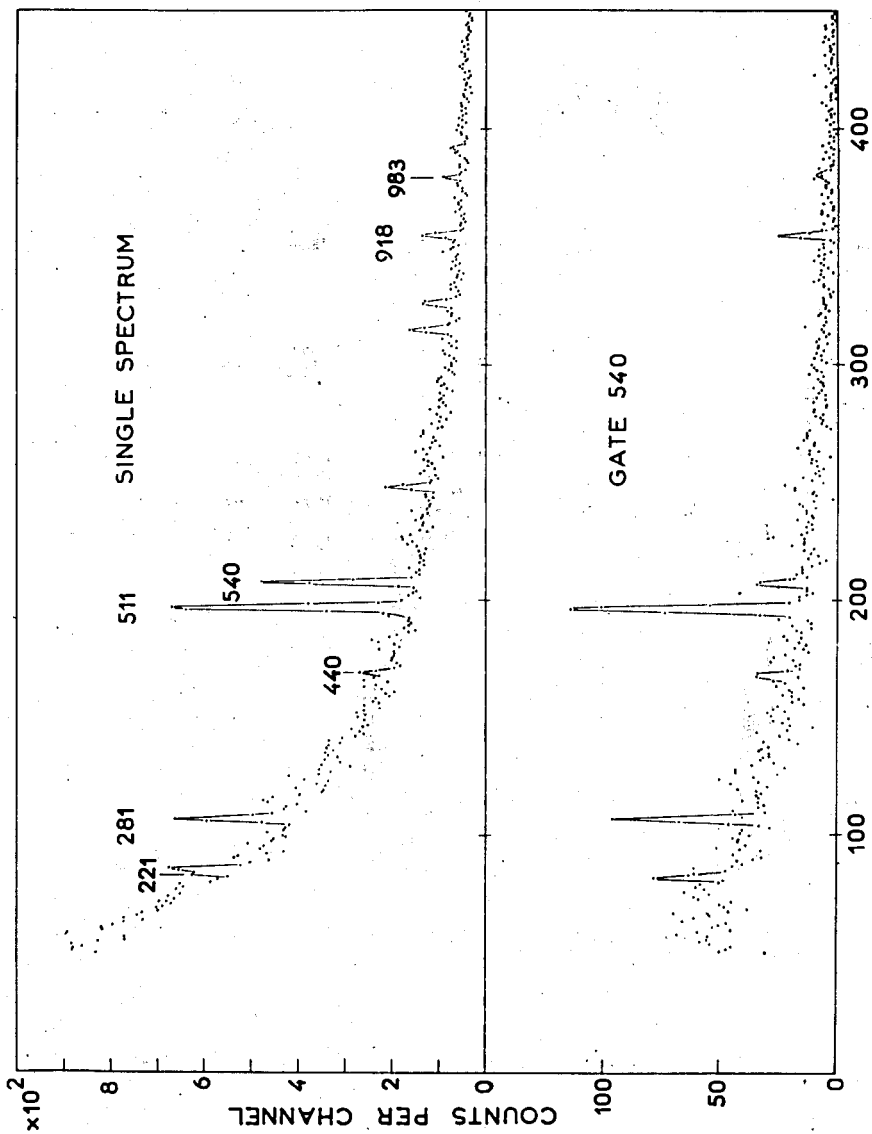


Рис. 2. Одиночный γ -спектр ^{211}Fr и спектр совпадений $\text{Ge}(\text{Li}) - \text{NaJ}(\text{TI})$ с линией 540 кэВ.

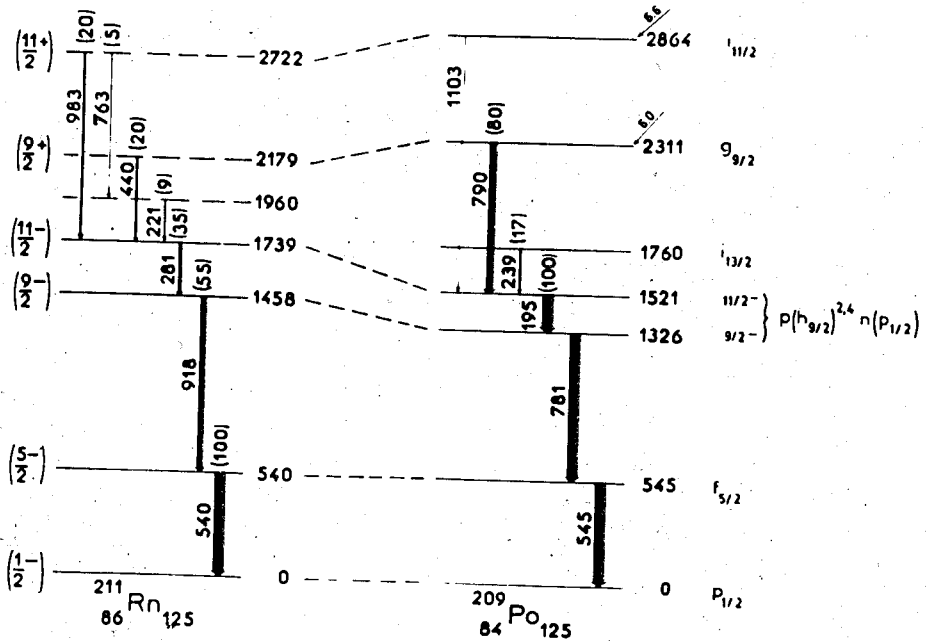
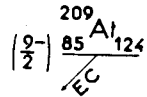
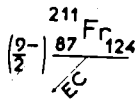


Рис. 3. Схемы уровней ^{211}Rn и $^{209}\text{Po} / 1/$.

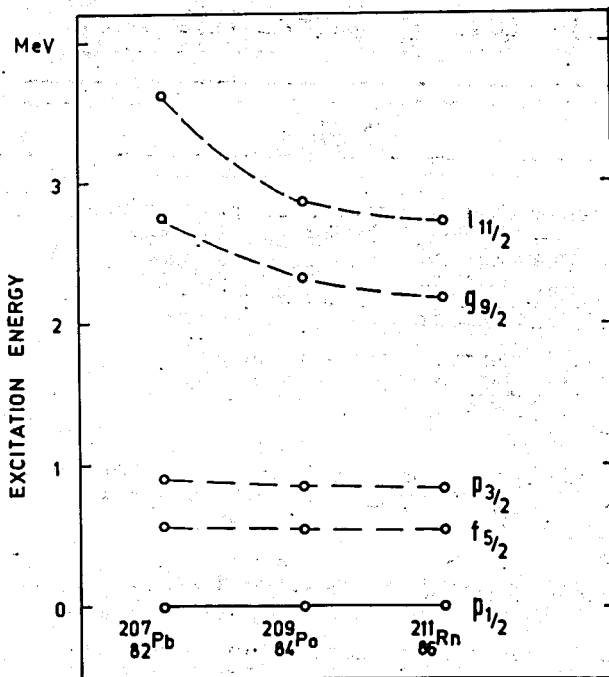


Рис. 4. Зависимость энергий одночастичных уровней от числа протонов.