

С 341.1г

К-12

1419/2-77

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА

18/IV-77



P6 - 10304

А.П.Кабаченко, И.В.Кузнецов, Ли Ген Су,  
Н.И.Тарантин

К РАСПАДУ  $^{52m}\text{Fe}$

1976

P6 - 10304

А.П.Кабаченко, И.В.Кузнецов, Ли Ген Су,  
Н.И.Тарантин

К РАСПАДУ  $^{52m}\text{Fe}$



К распаду  $^{52m}\text{Fe}$ 

С помощью масс-сепаратора на пучке тяжелых ионов исследована схема распада  $^{52m}\text{Fe}$ , полученного при облучении KCl ускоренными ионами  $^{20}\text{Ne}$ . Приведены новые данные о  $\gamma$ -переходах из метастабильного состояния.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

Kabachenko A.P. et al.

Р6 - 10304

About the Decay of  $^{52m}\text{Fe}$ 

With the help of the mass-separator on line with the heavy ion cyclotron there was investigated the decay of  $^{52m}\text{Fe}$  produced in the bombardment of KCl target with accelerated  $^{20}\text{Ne}$  ions. New data about  $\gamma$ -transitions from metastable state have been presented.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research  
Dubna 1976

1. Исследование остаточного двухчастичного взаимодействия нуклонов типа р-р, п-п и п-р имеет весьма важное значение для понимания структуры ядер. Остаточное взаимодействие особенно проявляется в ядрах, структура которых представляет собой две замкнутые оболочки с несколькими нуклонами сверх оболочек или с несколькими недостающими нуклонами. Достаточно детальное рассмотрение этой проблемы можно найти, например, в работе <sup>1/</sup>.

Одним из проявлений остаточного взаимодействия является существование изомеров, обусловленное большим различием спинов метастабильного уровня и уровня, расположенного непосредственно под ним. Примером этой изомерии может служить ядро  $^{212m}\text{Po}$ , в котором четырехчастичный мультиплет  $[\pi(h_{9/2})^2 \nu(i_{11/2})^2]$  имеет уровень с  $J^\pi = 18^+$  и энергией 2,93 МэВ, а ближайшее, более низкое по энергии состояние характеризуется  $J^\pi = 10^{+2-4/}$ .

Сравнительно недавно было обнаружено метастабильное состояние подобного типа в ядре  $^{52}\text{Fe}/5/$ . Было найдено, что изомерное состояние  $^{52m}\text{Fe}$  с энергией 6,8 МэВ распадается путем эмиссии позитрона с периодом полураспада  $56 \pm 8$  с. Экспериментальные данные о  $\gamma$ -распаде  $^{52m}\text{Fe}$  и  $\gamma$ -излучении, сопровождающем его  $\beta$ -распад, а также известные данные о схеме распада возбужденных уровней  $^{52}\text{Mn}$  позволили авторам работы предложить схему распада  $^{52m}\text{Fe}$  и приписать его метастабильному состоянию  $J^\pi = (12^+)$ . Согласно расчетам авторов работы <sup>5/</sup> ближайшее к метастабильному, более низкое по энергии состояние имеет  $J^\pi = 8^+$ .

2. В настоящей работе получены более полные данные о  $\gamma$ -распаде, сопровождающем  $\beta$ -распад  $^{52m}\text{Fe}$ , и, в частности, данные, указывающие на возможность  $\gamma$ -

Число отсчетов  
в канале  $\times 10^3$

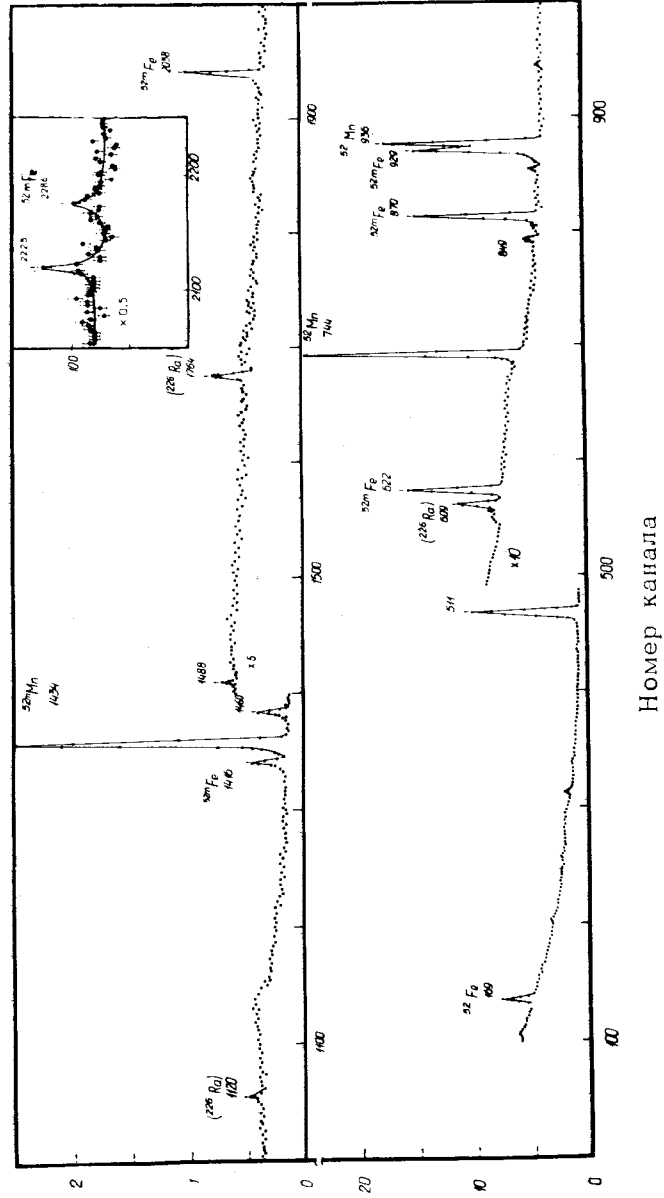


Рис. 1. Спектр  $\gamma$ -излучения, испускаемого сепарированными продуктами ядерных реакций с  $A=52$ .

распада  $^{52m}\text{Fe}$  непосредственно из метастабильного состояния. Работа выполнена с помощью электромагнитного масс-сепаратора /6/, работающего на пучке ионов циклотрона У-300. Изомер  $^{52m}\text{Fe}$  получался при взаимодействии ускоренных ионов  $^{20}\text{Ne}+3$  /110 МэВ/ с мишенью из  $\text{KCl}$  / $\sim 1,5$  мг/см $^2$ /, нанесенного вакуумным распылением на тонкую / $\sim 5$  мкм/ алюминиевую фольгу. Мишень размещалась вне источника ионов /7/ масс-сепаратора непосредственно перед входным окном, которое закрывалось тонкой танталовой фольгой / $\sim 1,5$  мкм/. Продукты реакций, выбитые из мишени, поступали через танталовую фольгу в источник ионов, ионизировались и разделялись по массам.

Сепарированные продукты ядерных реакций с определенным массовым числом собирались на приемник - алюминиевую фольгу толщиной 100 мкм, непосредственно за которой размещались детекторы радиоактивных излучений.

Гамма-излучение регистрировалось с помощью  $\text{Ge(Li)}$ -детектора объемом 35 см $^3$  с разрешением 3 кэВ для  $E_\gamma \sim 1200$  кэВ. Энергетическая калибровка и определение эффективности  $\gamma$ -детектора проводились по известным  $\gamma$ -спектрам  $^{226}\text{Ra}$  /8/ и  $^{52m}\text{Mn}$  /9/.

3. Измеренный  $\gamma$ -спектр сепарированных продуктов реакций с массовым числом  $A=52$  представлен на рис. 1. Спектр измерялся в течение шести часов. Как видно из рис. 1, число  $\gamma$ -линий, обусловленных только распадом сепарированных нуклидов  $^{52m}\text{Mn}$ ,  $^{52}\text{Fe}$  и  $^{52m}\text{Fe}$ , невелико. Линий от распада других продуктов реакций нет, что говорит о достаточно высокой чистоте масс-сепарации.

Результаты измерений относительных интенсивностей  $\gamma$ -линий, сопровождающих  $\beta$ -распад  $^{52m}\text{Fe}$ , представлены в Таблице 1.

На основании измерения относительных интенсивностей  $\gamma$ -линий, а также наблюдения новой  $\gamma$ -линии / $E_\gamma = 2286$  кэВ/, с учетом новых данных о схеме распада высокоспиновых состояний  $^{52}\text{Mn}$  /10/, предложена схема  $\beta$ -распада возбужденных состояний  $^{52}\text{Mn}$ , заселяемых при  $\beta$ -распаде  $^{52m}\text{Fe}$ , отличающаяся от схемы, приведенной

Таблица 1

$E_\gamma$ /кэВ/	Отн. инт. /%/
622±1,0	53±5
849±1,5	7±2
870±1,0	98±10
929±1,0	100
1416±2,0	50±7
2038±3,5	47±5
2286±4,0	4±2

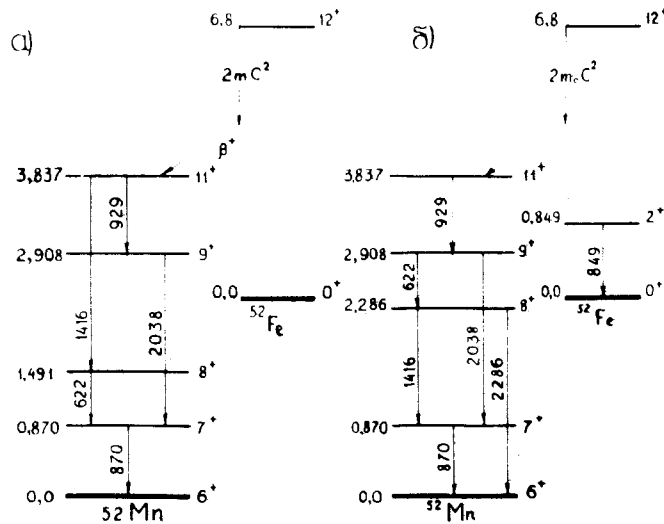


Рис. 2. Схема распада  $^{52m}\text{Fe}$ : а/ результаты работы <sup>5/</sup>; б/ результаты настоящей работы.

в работе <sup>5/</sup> /см. рис. 2а/. Предложенная схема показана на рис. 2б.

4. Как отмечалось выше, изомерия  $^{52}\text{Fe}$  обусловлена тем, что расщепление мультиплета многочастичной конфигурации  $[\pi(f_{7/2})^{-2}\nu(f_{7/2})^{-2}]$  приводит к появлению метастабильного состояния с  $J^\pi = (12^+)$ , поскольку ближайшее, более низкое по энергии состояние имеет

$J^\pi = 8^+$ . В работе <sup>5/</sup> делается заключение о том, что должен наблюдаться  $\gamma$ -переход  $E_4$  непосредственно из метастабильного состояния  $^{52m}\text{Fe}$ . Однако доказательств этого положения в работе <sup>5/</sup> не приводится.

Значительные лучшие фоновые условия в нашем случае позволили наблюдать малоинтенсивную  $\gamma$ -линию с  $E_\gamma = 849$  кэВ /см. рис. 1/, которая отвечает  $\gamma$ -переходу с первого возбужденного состояния  $^{52}\text{Fe}(J^\pi = 2^+)$ , имеющего энергию  $E_\gamma = 850 \pm 5$  кэВ <sup>11/</sup>, в основное ( $J^\pi = 0^+$ ). Наблюдение  $\gamma$ -линии с  $E_\gamma = 849$  кэВ в спектре по прошествии 1 с после образования ядра в реакции /1 с - время задержки продуктов реакции в источнике ионов <sup>7/</sup> масс-сепаратора/ доказывает принадлежность этой линии к распаду относительно долгоживущего состояния, а именно к распаду метастабильного состояния  $^{52m}\text{Fe}$ . Интенсивность этой линии составляет ~ 7% от интенсивности  $\beta$ -распада. Доказательством принадлежности  $\gamma$ -линии с  $E_\gamma = 849$  кэВ к каскаду  $\gamma$ -переходов из изомерного состояния  $^{52m}\text{Fe}$  в основное могло бы служить равенство периодов полураспада интенсивностей этой линии и других линий, возникающих при  $\beta$ -распаде  $^{52m}\text{Fe}$ .

Измеренный бета-спектр продуктов ядерных реакций с массовым числом  $A = 52$  показан на рис. 3. Для всех известных излучателей с  $A = 52$   $^{52m}\text{Fe}$  имеет наибольшую граничную энергию  $\beta$ -частиц. Из рис. 3 видно, что максимальная энергия  $\beta$ -частиц составляет  $E_{\beta(\text{макс.})} = 4,27 \pm 0,27$  МэВ. Это согласуется с граничной энергией  $\beta$ -спектра  $^{52m}\text{Fe}$ , полученной в работе <sup>5/</sup>. Отсутствие в бета-спектре частиц с энергией больше 4,3 МэВ означает, что  $\gamma$ -линия с  $E_\gamma = 849$  кэВ не происходит от возможного в нашем случае  $\beta$ -распада  $^{52}\text{Co}$ , максимальная энергия  $\beta$ -частиц которого должна быть много больше, чем 4,3 МэВ /по оценкам,  $Q_\beta \sim 12$  МэВ <sup>12/</sup>/.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за постоянное внимание к работе и Н.С.Иванову за помощь в проведении экспериментов.

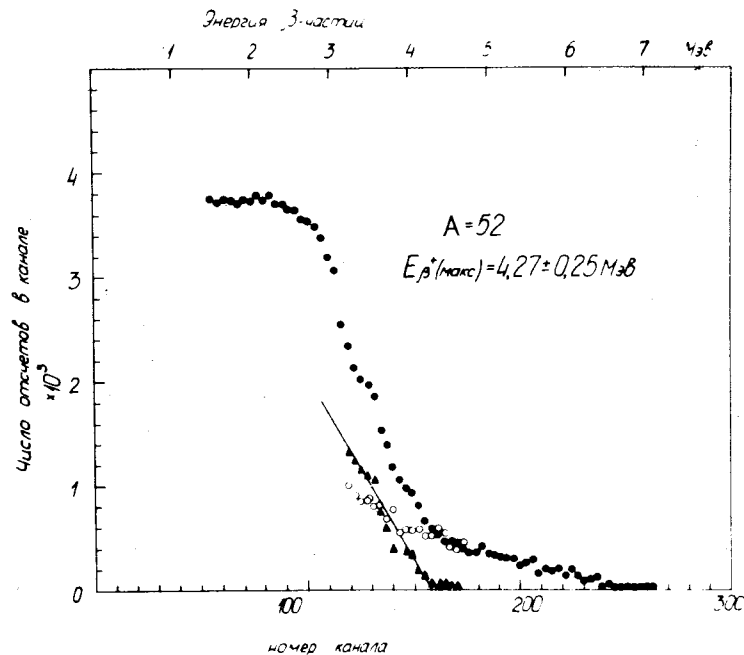


Рис. 3. Спектр  $\beta$ -частиц, испускаемых сепарированными продуктами ядерных реакций с  $A=52$ : ● - полный  $\beta$ -спектр, ○ - спектр фона,  $\Delta$  -  $\beta$ -спектр за вычетом фона.

#### Литература

1. L.A.Sliv and Yu.I.Kharitonov. In: *Spectroscopic and Group Theoretical Methods in Physics*. North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1968, p. 275.
2. I.Pertman et al. *Phys. Rev.*, 127, 917 /1962/.
3. N.K.Glendenning. *Phys.Rev.*, 127, 923 /1962/.
4. N.Auerbach and I.Talmi. *Phys.Lett.*, 10, 297 /1964/.
5. D.F.Geesaman et al. *Phys.Rev.Lett.*, 34, 326 /1975/.
6. N.I.Tarantin et al. *Nucl. Instr. and Meth.*, 38, 103 /1965/;  
Н.И.Тарантин, А.В.Демьянов. *ПТЭ*, 1, 41 /1966/.
7. А.В.Демьянов и др. *ПТЭ*, 2, 28 /1966/.
7. Н.С.Иванов и др. Препринт ОИЯИ, Р13-9645, Дубна, 1976.  
А.П.Кабаченко и др. Препринт ОИЯИ, Р13-9646, Дубна, 1976.

8. G.Wallale and G.E.Cooto. *Nucl. Instr. and Meth.*, 74, 353 /1969/.
9. C.M.Lederer et al. *Table of Isotopes*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1967, p. 19.
10. A.M.Stefanini et al. *Nuovo Cim.*, 33A, 460 /1976/.
11. G.Bassani et al. *Phys.Rev.*, 136B, 1006 /1964/.
12. W.D.Myers and W.J.Swiatecki. *Nucl.Phys.*, 81, 1 /1966/; Report UCRL-11980 /1965/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 декабря 1976 года.