

## ПРОМЕЖУТОЧНАЯ СТРУКТУРА В СЕЧЕНИИ РЕАКЦИИ $Fe^{54}(\gamma, n)$ ДЛЯ ЭНЕРГИЧНЫХ НЕЙТРОНОВ И ИХ СПЕКТРЫ

*С.С.Вербицкий, Б.С.Ратнер, А.Н.Сергеевский*

Проведено исследование сечения реакции  $Fe^{54}(\gamma, n)$  при различной энергии регистрируемых нейтронов, а также измерены энергетические спектры нейтронов. Установлена связь промежуточной структуры с энергией нейтронов.

Предравновесный распад ядер, с которым, по-видимому, связано существование промежуточной структуры, ведет к испусканию, преимущественно, энергичных нейтронов [1]. Благодаря этому, есть основания ожидать, что структура в сечении реакции  $(\gamma, n)$ , обусловленном испусканием энергичной компоненты нейтронного спектра, проявится наиболее отчетливо.

В настоящей работе проведено исследование выхода реакции  $(\gamma, n)$  для ядра  $Fe^{54}$  при различных значениях минимальной энергии регистрируемых нейтронов, а также измерены энергетические спектры нейтро-

нов для нескольких значений энергии границы тормозного спектра  $E_{\gamma m}$  синхротрона на 35  $\text{МэВ}$  ИЯИ АН СССР.

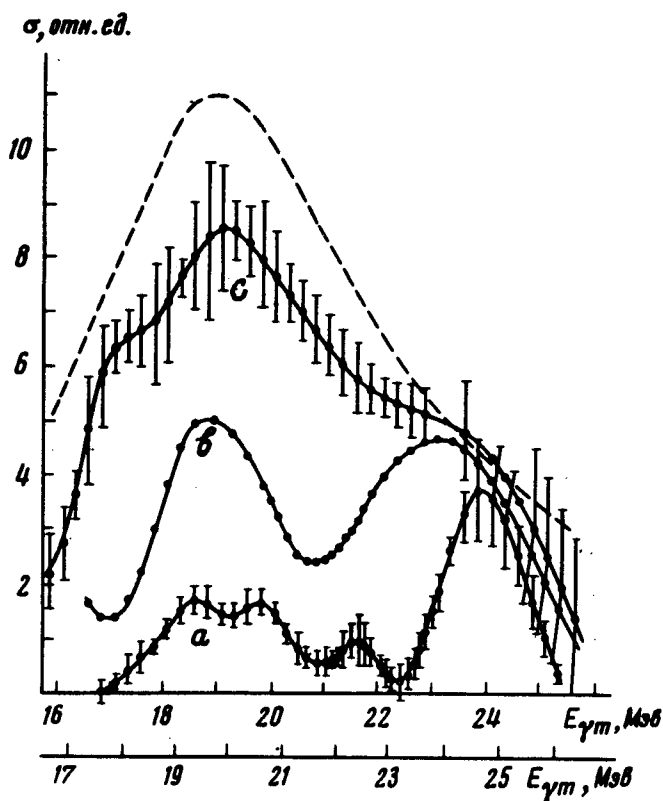


Рис. 1. Сечение реакции  $\text{Fe}^{54}(\gamma, n)\text{Fe}^{53}$ . Порог для регистрации нейтронов составляет: а — 3,7  $\text{МэВ}$ ; б — 2,2  $\text{МэВ}$ , с — 0,9  $\text{МэВ}$ . Пунктирная кривая — сечение реакции  $\text{Fe}^{54}(\gamma, n)$  из работы [4]

В качестве мишени использовался порошок металлического железа, обогащенного изотопом  $\text{Fe}^{54}$  до 93%, в количестве 281  $\text{г}^1$ ). Нейтроны регистрировались посредством спектрометра: двух монокристаллов стильбена размером  $50 \times 50 \text{ мм}^2$  и ФЭУ ХР1020. Была использована система дискриминации  $\gamma$ -фона относительно нейтронов по времени пересечения нуля, представляющая собой модификацию описанной ранее схема [2]. Применялась стабилизация коэффициента усиления спектрометрического тракта с помощью световой вспышки от тиратрона. Спектрометр обеспечивал возможность работы без снижения интенсивности пучка при защите детектора слоем свинца толщиной 5 см и длительности пучка 30  $\text{мксек}$ .

Для калибровки спектрометра использовались нейтроны от источника  $\text{PoBe}$  и нейтроны из реакции  $\text{O}^{16}(\gamma, n)\text{O}^{15}$ . Величина нейтронного фона составляла при  $E_{\gamma m} = 22,5 \text{ МэВ}$  6,6% от эффекта.

Кривые выхода реакции  $\text{Fe}^{54}(\gamma, n)$  были измерены от порога до  $E_{\gamma m} = 26,25 \text{ МэВ}$  для значений минимальной энергии нейтрона  $\epsilon_{\text{min}}$  равных 3,7; 2,2 и 0,9  $\text{МэВ}$  с шагом 0,1 — 0,25  $\text{МэВ}$ . Порог регистрации реакции  $(\gamma, 2n)$  составляет 27,8; 26,3 и 25,3  $\text{МэВ}$ , соответственно.

<sup>1)</sup> Получен нами в Государственном фонде стабильных изотопов.

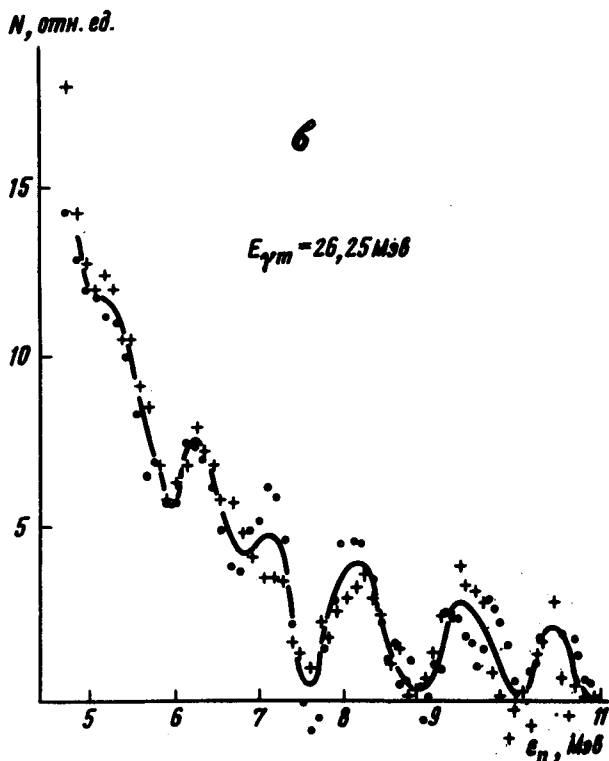
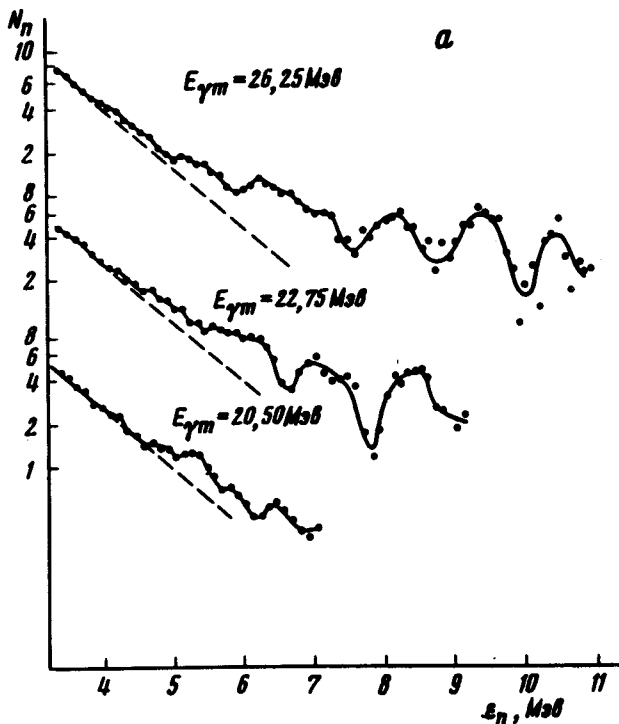


Рис. 2. Энергетические спектры фотонейтронов из реакции  $\text{Fe}^{54}(\gamma, n)$

Полученные кривые выходы обрабатывались на ЭВМ БЭСМ-6 с помощью метода статистической регуляризации [3]. Ошибки в сечении определялись следующим образом. Из кривой сечения находился выход, в который несколько раз вносилось случайное возмущение в со-

ответствии со среднеквадратичными ошибками измеренной кривой выхода. Затем по каждой из кривых рассчитывалось сечение и находилась его среднеквадратичная ошибка.

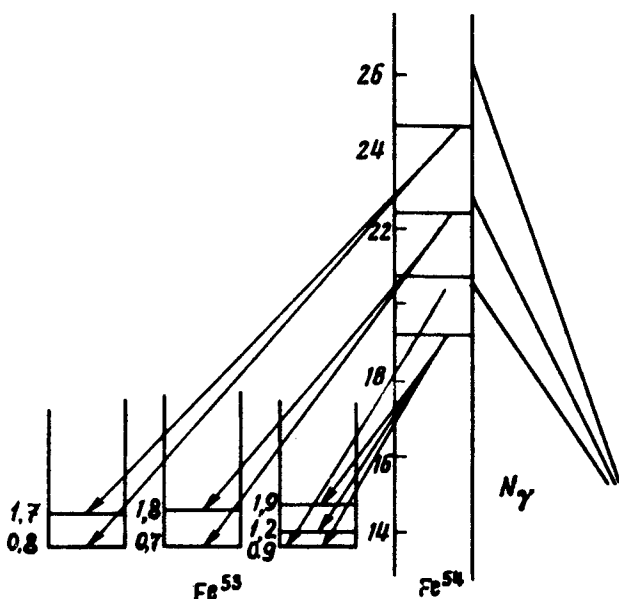


Рис. 3. Распад резонансных состояний ядра  $Fe^{54}$

Положение пика в энергетическом спектре нейтронов $\epsilon_m$ , Мэв			Положение резонанса $Fe^{54}$ $E_R$ , Мэв	Положение уровней $Fe^{53}$ $E = E_R - \bar{\epsilon}_m - \epsilon_{n0}$ , Мэв		
$E_{\gamma m} = 20,5$ Мэв	$E_{\gamma m} = 22,75$ Мэв	$E_{\gamma m} = 26,25$ Мэв				
4,1	4,1	4,1	19,5	—	1,9	—
4,7	4,7	4,6	19,5	—	—	1,2
5,3	5,1	5,2	19,5	0,7	—	—
6,4	6,1	6,2	20,7	0,9	—	—
—	7,0	7,2	22,5	—	1,8	—
—	8,4	8,1	22,5	0,7	—	—
—	—	9,5	24,8	—	1,7	—
—	—	10,5	24,8	0,8	—	—

Среднее значение

0,8    1,8    1,2

$\epsilon_{n0}$  — энергия связи нейтрона, равная 13,6 Мэв.

Рассмотрение кривых сечения (рис. 1) показывает, что плавная составляющая сечения растет по мере смягчения спектра зарегистрированных нейтронов, что подтверждает предположение относительно связи структуры с энергией нейтронов. Вклад промежуточной структуры

для области высокого возбуждения ( $E_\gamma = 24 - 25 \text{ Мэв}$ ) значительно больше, чем для области максимума гигантского резонанса ( $E_\gamma = 19 - 20 \text{ Мэв}$ ). Указанный факт свидетельствует о различном характере распада возбужденных состояний ядра  $\text{Fe}^{54}$ . Энергетические спектры фотонейтронов, измеренные при  $E_{\gamma n} = 20,5; 22,75$  и  $26,25 \text{ Мэв}$  для  $\epsilon_{\min} = 2,2 \text{ Мэв}$  показаны на рис. 2, а.

При  $E_{\gamma n} = 26,25 \text{ Мэв}$  спектры были получены в двух независимых измерениях (рис. 2, б). Экспоненциально спадающая область во всех энергетических спектрах соответствует температуре конечного ядра  $T$ , равной  $1,1 \text{ Мэв}$  и обусловлена, в основном, нейтронами испарения. Энергия, соответствующая изломам и пикам в спектрах, при переходе от одного спектра к другому в пределах ошибок не изменяется. Сопоставление положения максимумов в сечении реакции  $(\gamma, n)$  с энергией пиков в энергетических спектрах (рис. 3) позволяет установить положение уровней конечного ядра  $\text{Fe}^{53}$ , на которые происходит распад (см. таблицу). По-видимому, все резонансы включают распад в состояние  $\text{Fe}^{53}$  с  $E = 0,8 \text{ Мэв}$ . Можно предположить, что максимум в сечении при  $E = 24,8 \text{ Мэв}$  соответствует возбуждению дипольного состояния  $T = T_0 + 1$ , на что указывает интервал между этим и нижележащим максимумом, близкий к величине изоспинового расщепления гигантского резонанса. В таком случае приходится предположить заметное смешивание состояний с  $T = T_0$  и  $T = T_0 + 1$  по изоспину. Обнаруженную в настоящей работе связь промежуточной структуры с испусканием энергичных фотонейтронов легко интерпретировать, основываясь на представлении о распаде входных состояний типа частица-дырка, однако, согласование ее с моделью коллективных корреляций нуждается в специальном рассмотрении.

Институт ядерных исследований  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
23 марта 1976 г.

### Литература

- [1] H. Feshbach. Rev. Mod. Phys., 46, 1, 1974.
- [2] С.С.Вербицкий, Препринт ИЯИ, №97, 1973.
- [3] В.Г.Иванченко. Диссертация ФИАИ, 1972.
- [4] J. H. Carver, K. H. Lokan. Austral. J. Phys., 10, 312, 1957.