

*Письма в ЖЭТФ, том 9, стр.510-513*

*5 мая 1969 г.*

**ДЕЛЕНИЕ  $Pu^{238}$   $s$ - И  $p$ -НЕЙТРОНАМИ**

*С.Б.Ермагамбетов, Г.Н.Смиренин*

В последние годы в литературе неоднократно [1-5] поднимался вопрос о значительном несоответствии при подбарьерном делении между

делительными ширинами низайших резонансов  $\Gamma_f^r$  и энергетической зависимостью средней делительной ширины  $\bar{\Gamma}_f(E_n)$ , наблюдаемой при делении быстрыми нейтронами ниже порога. У большинства достоверно изученных ядер экстраполированная к нулевой энергии нейтронов ширина  $\bar{\Gamma}_f(0)$  на 1–3 порядка больше  $\Gamma_f^r$  [2,3,5].

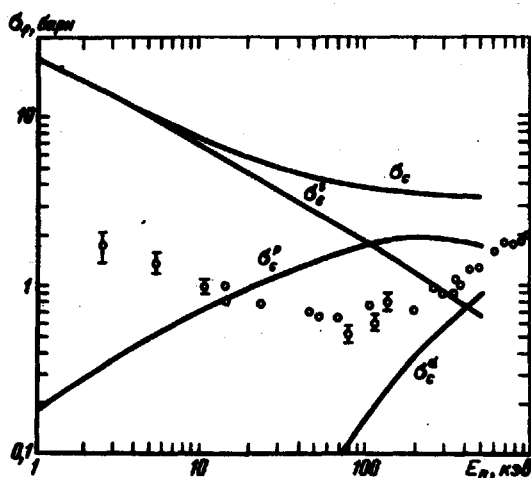
Объяснение этого эффекта в рамках общепринятых до недавнего времени представлений столкнулось со значительными трудностями. В связи с анализом противоречия  $\Gamma_f^r$  и  $\bar{\Gamma}_f(0)$  в работе [3] была выдвинута гипотеза об особой роли в механизме процесса деления четности углового момента, вносимого бомбардирующей частицей. Из этого предположения вытекает подавление вероятности деления нейтронами с четными орбитальными моментами, и, в частности,  $s$ -нейтронами. Этим соображениям противоречат данные о делении четно-четных составных ядер и реакции  $(n, f)$  на ядре-мишени  $\text{Th}^{232}$  [4].

Более естественная и непротиворечивая интерпретация наблюдаемых расхождений в ширинах  $\Gamma_f^r$  и  $\bar{\Gamma}_f(0)$  была дана в работе [5] в рамках представлений о двугорбом барьере деления [6]. Обсуждаемый эффект имеет общую природу с открытым недавно [7] явлением модуляции высоты делительных резонансов и, по-существу, является его следствием. Согласно [5] масштаб флуктуаций  $\Gamma_f^r$  очень велик, значительно больше чем по Портеру–Томасу, причем основной вклад в  $\bar{\Gamma}_f^r$  вносят сравнительно узкие группы сильных резонансов вблизи уровней в яме между "горбами". В промежутке между уровнями, в среднем много большем ширины уровней,  $\Gamma_f^r \ll \bar{\Gamma}_f^r$ . Эти соотношения и объясняют кажущийся эффект подавления  $s$ -волны. В средних ширинах никакого существенного расхождения, по-видимому, нет:  $\bar{\Gamma}_f^r / \bar{\Gamma}_f(0) \sim 1$ . Это твердо установлено при анализе ширин уровней в реакциях  $\text{Pu}^{240}(n, f)$  и  $\text{Np}^{237}(n, f)$  [7]. Интерес представляет экспериментальное исследование более широкого круга ядер.

В настоящей работе сообщаются экспериментальные данные о сечении деления  $\text{Pu}^{238}$  в подбарьерной и околупороговой области энергий нейтронов  $E_n$ . Для  $\text{Pu}^{238}$   $\Gamma_f^r / \bar{\Gamma}_f(0) \sim 2 \cdot 10^{-2}$  [5,8].

Результаты относительных измерений  $\sigma_f \text{Pu}^{238}$  на электростатическом генераторе, в которых в качестве опорного изотопа служил  $\text{U}^{235}$ , приведены на рисунке. В области  $E_n \gtrsim 0,1 \text{ Мэв}$  они удовлетворительно согласуются с перенормированными данными работ [8,9] (см.

[10]). Примечательной особенностью измеренного хода  $\sigma_f(E_n)$  является систематическое возрастание сечения деления на низкоэнергетическом участке  $E_n$  вплоть до 2,7 кэв. Из представленных на рисун-



Сечение деления  $\text{Pu}^{238}$  нейтронами.  
Кривые – сечение образования составного ядра и его парциальные компоненты для  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -нейтронов (расчет по оптической модели)

ке парциальных сечений образования составного ядра для  $s$ - и  $p$ -нейтронов следует, что: 1) если бы выполнялось  $\Gamma_f^s \ll \Gamma_f^p$ , то  $\sigma_f$  в изученном интервале  $E_n < 50$  кэв должно было бы не увеличиться в 3 раза, как на опыте, а примерно во столько же раз уменьшиться; 2) в отмеченной области подъем  $\sigma_f$  с уменьшением  $E_n$  полностью соответствует характеру изменения  $\sigma_c \approx \sigma_c^s$ .

Из сказанного, даже не прибегая к более детальному описанию хода  $\sigma_f(E_n)$ , которое выходит за рамки данного сообщения, можно заключить, что и в случае  $\text{Pu}^{238} + n$  средние делительные ширины для  $s$ - и  $p$ -нейтронов сравнимы в противоположность выводам [3,8].

Авторы выражают признательность В.Ф.Герасимову за предоставление образца изотопически чистого  $\text{Pu}^{238}$ , А.В.Игнатьюку за обсуждение результатов и М.К.Голубевой за участие в эксперименте.

Поступила в редакцию  
27 марта 1969 г.

## Литература

- [1] Н.С.Работнов, Г.Н.Смиренкин. Препринт ОИЯИ-1845, 112, 1964.
  - [2] E.R.Rac. *Phys. and Chem. Fission*, Vienna, 1, 187, 1965.
  - [3] П.Е.Воротников. *ЯФ*, 5, 1021, 1967.
  - [4] С.Б.Ермагамбетов, В.Ф.Кузнецов, Г.Н. Смиренкин. *ЯФ*, 5, 257, 1967.
  - [5] А.В.Игнатюк, Н.С.Работнов, Г.Н.Смиренкин. *Phys. Let.* (в печати);  
Препринт ФЭИ-158, 1969.
  - [6] V.M.Strutinsky, S.Björnholm. *Int. Simp. Nucl. Structure*, Dybna, 1968.
  - [7] E.Migneco, G.Theobald. *Nucl. Phys.*, A112, 603, 1968; A.Fubini,  
J.Blons, A.Michandon, D.Paya. *Phys. Rev. Lett.*, 20, 1373, 1968.
  - [8] П.Е.Воротников, С.М.Дубровина, Г.А.Отрощенко, В.А.Шигин. *ЯФ*,  
3, 479, 1966.
  - [9] *Neutron Cross Sections*, BML. — 3, 325, 1965.
  - [10] С.Б.Ермагамбетов, Г.Н.Смиренкин. *АЭ*, 25, 527, 1968.
-