

В заключение авторы выражают благодарность Ю.Н.Королеву и Л.М.Новак за помощь в изготовлении образцов.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
25 августа 1967 г.  
После переработки  
6 октября 1967 г.

### Литература

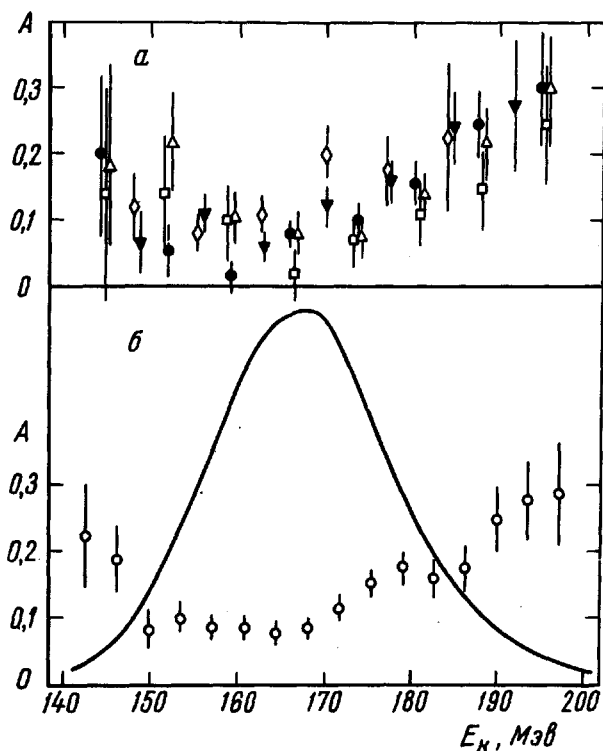
- [1] R. J. Phelan, A. R. Calawa, R. H. Rediker, R. J. Keyes, B. Lax. Appl. Phys. Lett., 3, 143, 1963.
- [2] C. Benoit a la Guillaum et P. Lavallard. Solid State Communication, 1, 148, 1963.
- [3] J. Melngailis, R. J. Phelan, R. H. Rediker. Appl. Phys. Lett., 5, 99, 1964.
- [4] А.П.Шотов, С.П.Гришечкина, Р.А.Муминов. ФТТ, 8, 2496, 1966.
- [5] А.П.Шотов, С.П.Гришечкина, Б.Д.Копыловский, Р.А.Муминов. ФТТ, 8, 1083, 1966.
- [6] А.П.Шотов, С.П.Гришечкина, Р.А.Муминов. ЖЭТФ, 50, 1525, 1966.
- [7] А.П.Шотов, С.П.Гришечкина, Р.А.Муминов. ЖЭТФ, 52, 71, 1967.

## УГЛОВАЯ АНИЗОТРОПИЯ $\gamma$ -КВАНТОВ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ

*О.И.Иванов, Ю.А.Кушнир, Г.Н.Смиренин*

Согласно существующим теоретическим представлениям, развитым Струтинским [1], угловая анизотропия испускания мгновенных  $\gamma$ -квантов деления  $A = (W(0^\circ)/W(90^\circ)) - 1 \sim 10 + 15\%$  объясняется наличием у осколков углового момента  $j \sim 10\hbar$ , коррелированного с направлением разлета осколков. Возникновение достаточно большого углового момента связывается в [1] с неустойчивостью осколков к вращению под действием поперечной составляющей силы кулоновского отталкивания отростков, образовавшихся в результате разрыва шейки. Основываясь на этом механизме, можно думать, что угловая анизотропия испускания  $\gamma$ -квантов явится весьма чувствительной к конфигурации делящегося ядра в критический момент разрыва шейки. В частности, можно ожидать существенное изменение  $A$  при изменении кинетической энергии  $E_K$  и отношения масс осколков  $m_1/m_2$ . По обсуждаемой проблеме в

опубликованной литературе имеется единственная работа [2]. В этой работе сообщены данные о зависимости  $A(m_1/m_2)$ , т.е. для способов деления, характеризующихся фиксированным диапазоном отношений масс осколков, но для всех возможных значений  $E_K$  при данном  $m_1/m_2$ .



Зависимость анизотропии выхода  $\gamma$ -квантов от кинетической энергии осколков при делении  $U^{235}$ . *a* – для различных отношений масс осколков:  $\square$  –  $m_1/m_2 = 1,1 + 1,25$ ,  $\Delta$  –  $m_1/m_2 = 1,25 + 1,35$ ,  $\bullet$  –  $m_1/m_2 = 1,35 + 1,45$ ,  $\blacktriangledown$  –  $m_1/m_2 = 1,45 + 1,65$ ,  $\diamond$  –  $m_1/m_2 = 1,65 + 1,9$ ; *б* – для всех реализующихся отношений масс. Сплошной кривой показано распределение осколков по кинетической энергии

В данной работе объектом изучения была двумерная зависимость  $A(E_K, m_1/m_2)$  при делении  $U^{235}$  тепловыми нейтронами. Изучение зависимости  $A$  от  $E_K$  кажется более привлекательным, поскольку вари-

ция  $E_K$  связана с наиболее простыми изменениями конфигураций делящегося ядра в момент разрыва, которые в первом приближении можно интерпретировать как результат флуктуаций эффективного расстояния между образующимися осколками. Кроме того, именно для этой зависимости Гоффманом [3] было дано конкретное предсказание. Согласно [3], ожидается значительное увеличение  $A$  с ростом  $E_K$  ( $i$  увеличивается в два раза с ростом  $E_K$  от 140 до 200 Мэв).

Исследование интересующей зависимости путем изучения поверхности  $A(E_K, m_1/m_2)$  имеет важное преимущество перед более простыми измерениями функции  $A(E_K)$  без фиксации отношения масс осколков. В последнем случае возникает неопределенность интерпретации результатов измерений, обусловленная тем, что разным выделенным интервалам  $E_K$  отвечают различные распределения масс осколков. Искажающее влияние этой корреляции, судя по зависимости  $A(m_1/m_2)$  [2], могло быть вполне заметным.

Работа проводилась на пучке нейтронов горизонтального канала реактора СМ-2. Мишень делящегося вещества, содержащая 40 мкг  $U^{235}$ , помещалась в узкоколлимированный (1,5 × 30 мм) пучок нейтронов. Осколки деления регистрировались двумя поверхностно-барьерными кремниевыми счетчиками диаметром 20 мм. Геометрия расположения счетчиков обеспечивала коллимацию осколков в пределах 1% от  $4\pi$ . Мишень и кремниевые счетчики помещались в вакуумную камеру, которая могла вращаться вместе с коллиматором нейтронов относительно оси пучка так, чтобы угол между регистрируемыми направлениями разлета осколков и  $\gamma$ -квантов менялся в пределах от 0 до 90°.

В качестве детектора  $\gamma$ -квантов использовался сцинтилляционный детектор с пластмассовым сцинтиллятором  $\phi$  100 × 100 мм. Дискриминация нейтронов деления проводилась по времени пролета для расстояния в 700 мм от мишени до пластмассового сцинтиллятора.

В эксперименте непосредственно измерялись энергии  $E_1$  и  $E_2$  двух осколков, совпадающих с  $\gamma$ -квантами. Электронное устройство преобразовывало импульсы, пропорциональные  $E_1$  и  $E_2$ , в импульсы, пропорциональные  $E_K = E_1 + E_2$  и  $m_1/m_2 = E_2/E_1$ . Двухпараметровые распределения по  $E_K$  и  $m_1/m_2$  анализировались многомерным анализатором с объемом памяти 128 × 32 канала. Измерения проводились попеременно для угла 0 и 90°, причем распределения по  $E_K$  и  $m_1/m_2$ , соответствующие различным углам, накапливались в разных половинах памяти анализатора.

На рисунке приводятся некоторые результаты выполненных измерений, представленные в форме зависимости  $A$  от  $E_K$  для отдельных интервалов  $m_1/m_2$  (а) и всей совокупности реализующихся способов деления (б). Обе группы данных, дифференциальных и интегральных, обнаруживают примерно одинаковую тенденцию изменения анизотропии с изменением  $E_K$ . В основном она удовлетворительно согласуется с предсказанием Гоффмана [3] в большей части области изменения  $E_K > 155$  Мэв. Результаты измерений  $A$  при  $E_K = \text{const}$  и при разных значениях  $m_1/m_2$  обнаруживают некоторый рост  $A$  с увеличением  $m_1/m_2$ . Отметим, что интегральные данные  $A(m_1/m_2)$  (для всей совокупности реализующихся  $E_K$ ) в целом согласуются с результатами работы [2].

Авторы выражают глубокую благодарность О.Д.Казачковскому и Ю.С.Замятину за содействие в работе и обсуждение результатов, А.М.Шиманскому, Б.Г.Басовой и В.Б.Иванову за разработку электронной аппаратуры.

Поступило в редакцию  
29 августа 1967 г.

### Литература

- [1] В.М.Струтинский. ЖЭТФ, 37, 861, 1959.
- [2] Г.В.Вальский, Г.А.Петров, Ю.С.Плева. ЯФ, 5, 734, 1967.
- [3] М.М.Hoffman. Phys. Rev., 133, В 714, 1964.