

*Письма в ЖЭТФ, том 11, стр. 42 - 46*

*5 января 1970 г.*

**УГЛОВАЯ АНИЗОТРОПИЯ ДЕЛЕНИЯ  $\text{Pb}^{204}$  И  $\text{Pb}^{208}$   
 $\alpha$ -ЧАСТИЦАМИ ВБЛИЗИ ПОРОГА**

***К.Г.Куватов, В.Н.Околович, Г.Н.Смирнин***

Недавно были опубликованы результаты измерений угловой анизотропии деления  $\text{Pb}^{206}$   $\alpha$ -частицами [1], следствием которых явилось установление аномально высокой величины энергетической щели в спект -

ре внутренних возбуждений ядра  $Po^{210}$  в переходном состоянии  $2\Delta_f = 4 \text{ Мэв}$ . Эта величина более чем вдвое превосходит значение  $2\Delta_f = 1,5$  для основного равновесного состояния, в котором ядро  $Po^{210}$  близко к сферическому. Противоречивость сведений [1-4] о зависимости параметра  $\Delta$ , определяющего роль эффектов парной корреляции нуклонов, от деформации ядра, побудила нас произвести аналогичные измерения для других четно-четных изотопов свинца —  $Pb^{204}$  и  $Pb^{208}$ .

Эксперименты проводились на циклотроне ИЯФ АН КазССР с использованием трековой методики для регистрации осколков деления. Постановка опытов обеспечивала возможность одновременных измерений сечения деления  $\sigma_f$  и углового распределения осколков  $W(\theta)$ . Сброс энергий  $\alpha$ -частиц в диапазоне  $20-38 \text{ Мэв}$  производился с помощью алюминиевых фольг. Точность определения средней энергии  $\alpha$ -частиц не хуже  $\pm 1,2 \text{ Мэв}$ . Мишени были изготовлены электролитическим способом из разделенных изотопов  $Pb^{204}$  и  $Pb^{208}$ . Верхний предел посторонних сильноделящихся примесей  $< 10^{-6}\%$ , оцененный в опытах на реакторе, гарантировал бесфоновые измерения во всей исследовавшейся области энергий.

Результаты измерений угловой анизотропии деления  $W(0^\circ)/W(90^\circ)$   $Po^{208}$ ,  $Po^{212}$ ,  $Po^{210}$  [1] изображены на рисунке в зависимости от энергии возбуждения в переходном состоянии  $E^* = E_x - E_f$ , где  $E_x$  — начальная энергия возбуждения составных ядер,  $E_f$  — высота барьера деления. Значения  $E_f$  для  $Po^{208}$ ,  $Po^{210}$ ,  $Po^{212}$  были приняты равными 19,8; 20,5; 18,8  $\text{Мэв}$ , соответственно, (последние два — согласно [5], для  $Po^{208}$  — из измеренного хода  $\sigma_f(E_x)$ ).

Сопоставление данных, представленных на рисунке, обнаруживает поразительную разницу в энергетической зависимости  $W(0^\circ)/W(90^\circ)$  вблизи порога: постоянство для  $Po^{208}$  и  $Po^{212}$ , наблюдается так же у ядер  $Tl^{201}$  и  $At^{213}$  в реакции  $(\alpha, f)$  на золоте в висмуте [6], а резкий рост в случае  $Po^{210}$ . Это расхождение результатов работы [1] с совокупностью экспериментальных данных для других ядер, возможно, является следствием индивидуальной особенности ядра  $Po^{210}$  и заслуживает специального исследования. Для нас здесь важно лишь то, что отмеченная разница в ходе угловой анизотропии должна повлиять на формирование представления о величине  $\Delta_f$ .

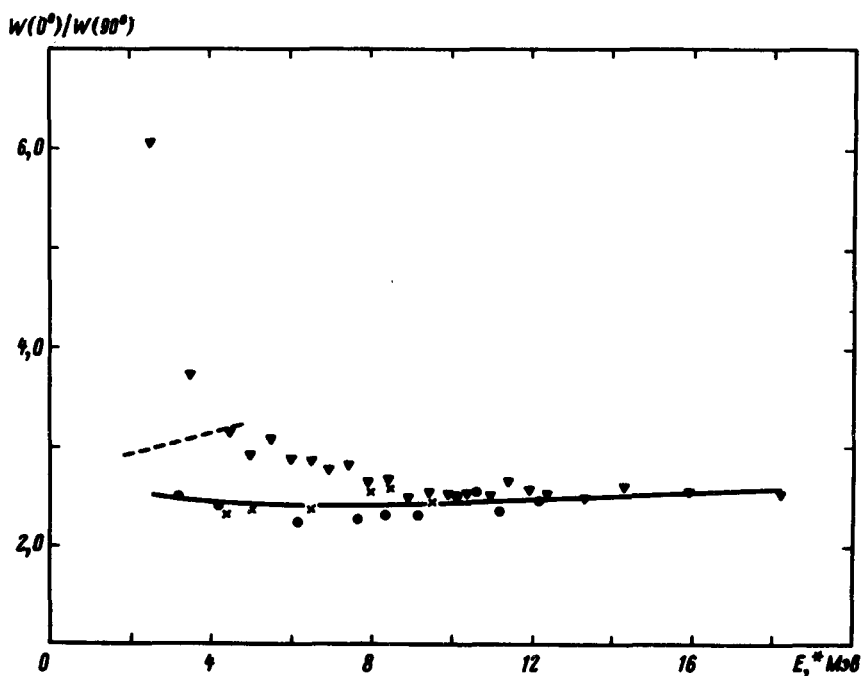
Оценка энергетической щели  $2\Delta_f$  в работе [1] была сделана из следующих соображений. В окрестности  $E^* \approx 2\Delta_f$  величина среднего квадрата проекции углового момента  $\ell$  на ось симметрии ядра  $K_0^2 = \overline{K^2}$

испытывает скачкообразное увеличение двухквазичастичного значения  $K_o^2 = 2\bar{K}^2 = 10 - 14$  согласно зависимости [7].

$$W(0^\circ) / W(90^\circ) = \frac{2}{3} \rho^{3/2} / \int_0^{\rho} x^{1/2} e^{-x} I_0(x) dx = 1 + \frac{3}{5} \rho + \dots ;$$

$$\rho = \frac{\bar{\ell}^2}{2K_o^2} .$$

Это приводит к значительному увеличению угловой анизотропии внутри энергетической щели. Величина  $W(0^\circ)/W(90^\circ)$ , соответствующая  $K_o^2 = 2\bar{K}_{кр}^2 = 12$  в реакции  $Pb^{206}(\alpha, f)$ , показана на рисунке пунктиром. Точка пересечения пунктирной кривой с экспериментальной при  $E_{кр} \approx 4$  Мэв и служит оценкой  $2\Delta_f$  в работе [1]. Все значения  $W(0^\circ)/W(90^\circ)$  для реакции  $Pb^{204}(\alpha, f)$ , излученной практически в том же диапазоне  $E^*$ , располагаются ниже пунктирной кривой.



Зависимость угловой анизотропии деления от энергии возбуждения в переходном состоянии  $Po^{208} - \bullet$ ,  $Po^{210} - \blacktriangledown$ ,  $Po^{212} - \times$ . Объяснение кривых в тексте

Данное расхождение стимулирует поиск иных путей для оценки  $\Delta_f$ . Такой способ, значительно более свободный от неопределенностей и индивидуальных особенностей хода  $K_o^2$  в узких и трудных для изучения

областях  $E_x = E_f$ , был реализован в работах [3, 4, 8]. Он состоит в оценке энергии фазового перехода из сверхтекучего состояния в ферми-газовое  $E_{кр} = 0,48 \sigma_f \Delta_f^2$ , которая служит мерой отступлений

$$K_0^2 = \frac{J_{эфф} T}{\hbar^2} \text{ от модели ферми-газа. } K_0^2 = C \sqrt{E^*} \text{ при } E^* < E_{кр}.$$

Сплошная кривая  $W(0^\circ) / W(90^\circ)$  на рисунке соответствует этой зависимости  $K_0^2$  от  $E^*$  с коэффициентом  $C = \frac{J_{эфф}}{\hbar^2 \sigma_f^{1/2}} = 10,5 \text{ Мэв}^{-1/2}$ ,

рассчитанным в предположении, что параметр плотности уровней переходных состояний  $\sigma_f = A/8$ , а эффективный момент инерции ядра  $J_{эфф}$  равен своему твердотельному значению в модели жидкой капли при  $(Z^2/A)_{крит} = 46$  [9].

Вся совокупность значений  $W(0^\circ) / W(90^\circ)$ , в том числе и для  $P_0^{210}$  [1], по крайней мере, вплоть до  $10 \text{ Мэв}$  хорошо согласуется с ферми-газовой зависимостью и тем самым с известными из литературы [4, 8, 10] оценками  $E_{кр} = 10 + 16 \text{ Мэв}$ . При  $\sigma_f = A/8$  эти значения  $E_{кр}$  соответствуют величинам  $\Delta_f = 0,8 + 1,1 \text{ Мэв}$  близким к  $\Delta_0$  для основного состояния.

Если в выражение для  $E_{кр}$  подставить  $\Delta_f = 2 \text{ Мэв}$  при том же выборе  $\sigma_f$ , подтверждающимся многими данными, то получим неразумно высокое значение  $E_{кр} = 50 \text{ Мэв}$ .

Таким образом результаты настоящего эксперимента и проведенного анализа подтверждают точку зрения о слабой зависимости  $\Delta_f$  от деформации ядра в процессе деления [2, 4].

Авторы выражают глубокую признательность академику АН Каз. ССР Ж.С.Такибаеву за поддержку исследований, Л.А.Смириной и В.К.Забаште за участие в работе, а также персоналу, обслуживавшему циклотрон.

Институт ядерной физики

Академии наук

Казахской ССР

Поступила в редакцию

3 декабря 1969 г.

#### Литература

- [1] L.G.Moretto, R.C.Gatti, S.G.Thompson, J.R.Huizenga, J.O.Rasmussen. Phys. Rev., 178, 1845, 1969.  
 [2] V.M.Strutinski, V.A.Pavlinchuk. Physics and Chemistry of Fission (Proc. Simp. Salzburg 1965) Vienna 1, 127, 1965 ; Ю.Т.Гринь, В.М.Струтинский. ЯФ, 1, 420, 1965.

- [3] J.J.Griffin. Phys. Rev., 132, 2204, 1963.
- [4] Г.Н.Смиренкин, В.Г.Нестеров, А.С.Гришин. ЯФ, 6, 921, 1967.
- [5] S.G.Thompson. Arkiv. Fysic, 36, 267, 1967.
- [6] RChaudhry, R.Vandenbosch, J.R.Huizenga. Phys. Rev., 126, 220, 1962.
- [7] I.Halpern, V.M.Strutinski. Proc. Sec. Unit. Nat. Intern. Conf. PUAE Geneva, 15, 408, 1958.
- [8] J.E.Gindler, G.L.Bate, J.R.Huizenga. Phys. Rev., 136., 1333, 1964.
- [9] В.М.Струтинский. ЯФ, 1, 821, 1965; К.Г.Куватов, В.Н.Околович, Г.Н.Смиренкин. Письма в ЖЭТФ, 8, 277, 1968.
- [10] А.В.Игнатюк, Ю.Н.Шубин. ЯФ, 8, 1135, 1968.