

О ШИРИНЕ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА В СЕЧЕНИЯХ ПОГЛОЩЕНИЯ γ -КВАНТОВ ЯДРАМИ В ОБЛАСТИ $150 < A < 200$

Г.М.Гуревич, Л.Е.Лазарева, В.М.Мазур,
Г.В.Солодухов.

Измерены полные сечения поглощения γ -квантов в области E_1 -резонанса для ядер ^{165}Ho , ^{178}Hf , ^{180}Hf , ^{181}Ta , ^{182}W , ^{197}Au и ^{209}Bi . Особенность в поведении ширины резонанса, наблюдаемая в области $160 < A < 185$, по-видимому, связана с влиянием нейтронной подболочки $N = 108$.

Несмотря на обширный экспериментальный материал, полученный для полных сечений фотопоглощения группами, работающими с "монохроматическими" пучками γ -квантов в Сакле и Ливерморе [1, 2], область наиболее тяжелых ядер исследована еще недостаточно детально. В связи с этим нами были выполнены измерения полных сечений поглощения для ряда тяжелых ядер методом поглощения. Работа проводилась на синхротроне – 35 Мэв Института ядерных исследований АН СССР. γ -лучи детектировались кристаллом NaI(Tl) (диаметр – 15 см; высота – 10 см). Информация, поступающая со спектроскопического тракта, корректировалась ЭВМ, работающей в режиме "на линии эксперимента" [3].

Ядро	σ_1 мбн	Γ_1 Мэв	E_1 Мэв	σ_2 мбн	Γ_2 Мэв	E_2 Мэв	$\frac{\sigma_2 \Gamma_2}{\sigma_1 \Gamma_1}$	Q_0 бн	β
Ho-165	235	2,0	12,2	272	4,0	15,5	2,3	$6,8 \pm 0,8$	0,29
Hf-178	291	3,1	12,2	334	4,9	15,5	1,8	$7,5 \pm 0,8$	0,28
Hf-180	286	3,2	12,2	324	5,1	15,3	1,8	$7,2 \pm 0,8$	0,27
Ta-181	272	3,0	12,1	316	5,1	15,0	2,0	$6,8 \pm 0,8$	0,26
W-182	267	3,2	11,9	303	5,6	14,8	2,0	$7,2 \pm 0,8$	0,26
Au-197	535	5,2	13,7	—	—	—	—	—	—
Bi-209	600	4,6	13,8	—	—	—	—	—	—

На рис. 1 и в таблице приведены кривые полного сечения σ_{tot} и основные параметры этих кривых, полученные для ядер: ^{165}Ho , ^{178}Hf , ^{180}Hf , ^{181}Ta , ^{182}W , ^{197}Au и ^{209}Bi . Параметры кривых σ_{tot} , измеренных на этой же установке ранее для ядер ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U и ^{239}Pu , приведены в статье [4]. Для ядер ^{180}Hf и ^{239}Pu полные сечения фотопоглощения получены впервые. Для ядер ^{178}Hf и ^{182}W имеются только данные для фотонейтронных сечений, полученные с тормозным γ -излучением. Приведенные ошибки – среднеквадратичные. Сплошные линии представляют результат аппроксимации кривых сечения линиями Лорен-

ца, рассчитанными методом наименьших квадратов. Для деформированных ядер в таблице приведены отношения площадей под кривыми Лоренца ($\sigma_2 \Gamma_2 / \sigma_1 \Gamma_1$), а также параметры деформации (β) и внутренние квадрупольные моменты (Q_0), рассчитанные из полученных экспериментальных данных [5]¹⁾. Приведенные значения β и Q_0 , полученные из

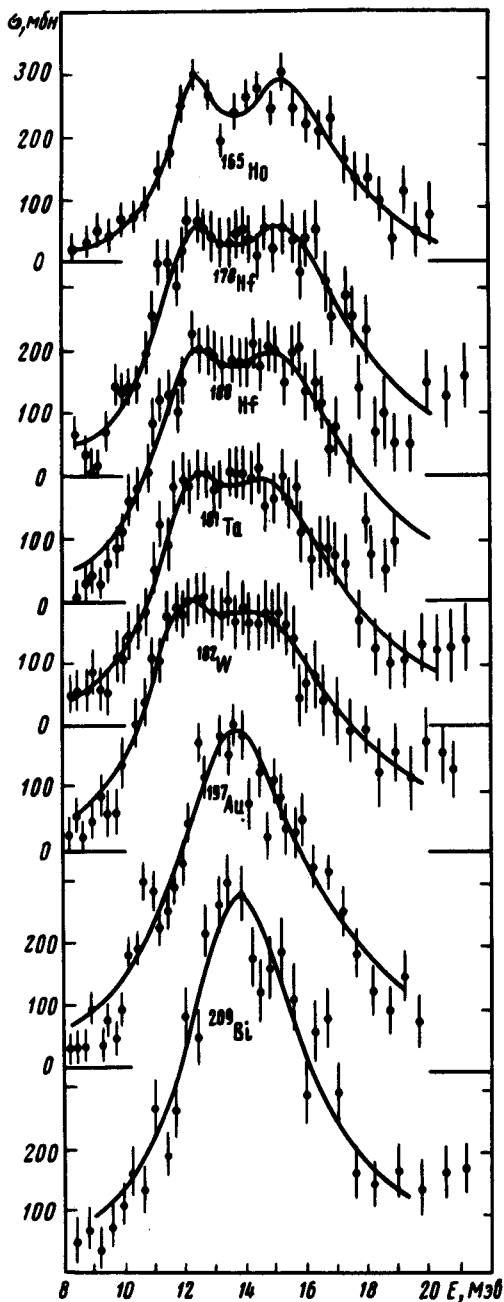


Рис. 1. Полные сечения фотопоглощения для ядер ^{165}Ho , ^{178}Hf , ^{180}Hf , ^{181}Ta , ^{182}W , ^{197}Au , ^{209}Bi

¹⁾ $E_2/E_1 = 0,911x + 0,089$, где x — отношение наибольшей и наименьшей оси ядра; $\beta = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\pi}{5}} \frac{(x^2 - 1)}{x^{2/3}}$; $Q_0 = \frac{3}{5} \sqrt{\frac{5}{\pi}} Z r_0^2 A^{2/3} \beta$; $r_0 = 1,2 \phi$.

отношений E_2/E_1 , в пределах ошибок совпадают с величинами β и Q_0 , полученными для этих же ядер другими экспериментальными методами [6].

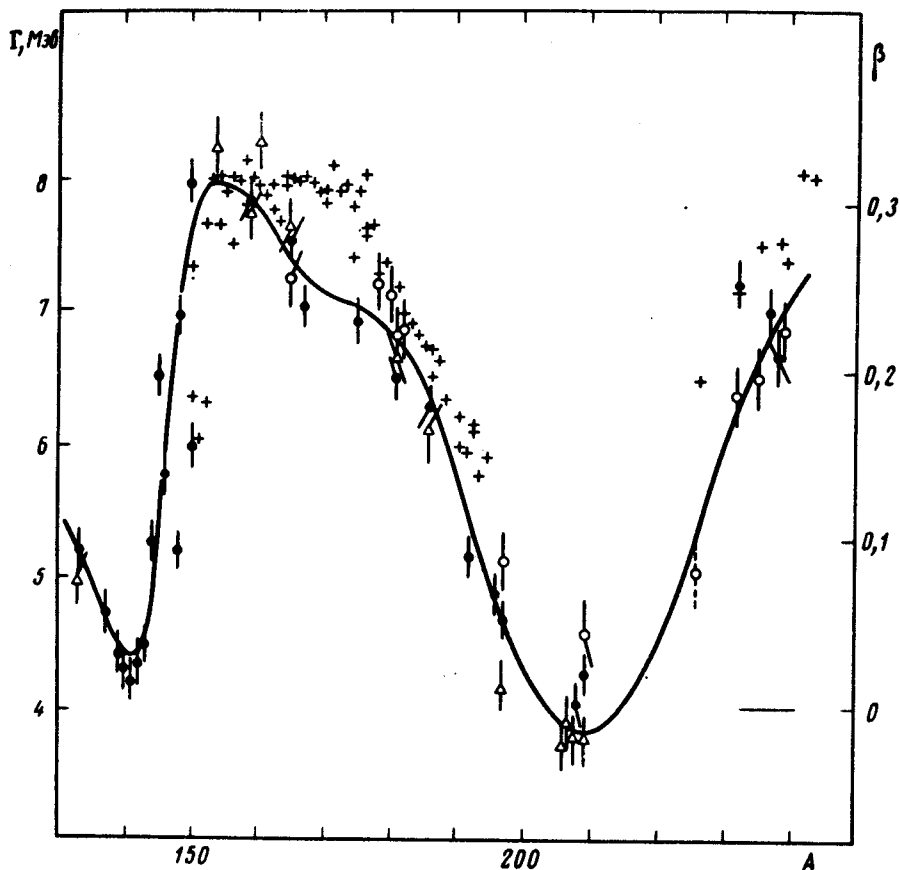


Рис. 2. Ширины $E1$ -гигантского резонанса Γ в области ядер с $A > 150$ по данным группы Сакле (\cdot), Ливермора (Δ), и ИЯИ АН СССР (\circ). Крестиками нанесены параметры деформации β

На рис. 2 нанесены как функция атомного веса A ширины гигантских резонансов для ядер с $N > 82$, полученные авторами методом поглощения и в Сакле и Ливерморе [1, 2] с "монохроматическими" пучками γ -квантов ($\sigma_n = \sigma(\gamma, n) + \sigma(\gamma, pn) + \sigma(\gamma, 2n)$). Как хорошо известно, круглые ядра с замкнутыми оболочками имеют одnogорбые резонансы, ширина которых $\Gamma \approx 4$ Мэв. Для деформированных ядер ширина гигантского резонанса прежде должны увеличиваться за счет сдвига максимумов кривых Лоренца, который является функцией деформации ($E_2 - E_1 \approx \text{const} (x - 1) A^{1/3}$). Исходя из этого, на рис. 2 нанесены также значения β . Чтобы отчетливее выделить влияние деформации на уширение резонанса, ноль шкалы для β соответствует $\Gamma = 4$ Мэв (круглые ядра с $\beta = 0$). Значения β , равные 0,3, совмещены с кривой $\Gamma = f(A)$ в районе $A = 155$. Интересным является тот факт, что, начиная с $A \sim 160$ и до $A \sim 185$, несмотря на то, что β остается примерно постоянным, ширина резонансов для ядер в этом интервале A довольно резко уменьшается.

В случае деформированных ядер полная ширина резонанса Γ примерно равна сумме $\frac{\Gamma_1}{2} + \frac{\Gamma_2}{2} + (E_2 - E_1)$. Поэтому, чтобы объяснить отсутствие корреляции в поведении Γ и β для ядер в области $A \sim 160 + 185$, следует предположить, что ширины отдельных лоренцовых кривых в этом случае должны уменьшаться. На рис. 3 приведены ширины Γ_1 и Γ_2 для этой области ядер по данным работ, выполненных с "монохроматическими" γ -пучками в Сакле и Ливерморе, а также кривая $(\Gamma_1 + \Gamma_2)/2$, полученная суммированием этих данных¹⁾. При увеличении A от 150 до 185 величина $(\Gamma_1 + \Gamma_2)/2$ действительно уменьшается на величину порядка 1 Мэв , что может объяснить наблюдаемое в этой области уменьшение общей ширины резонанса Γ .

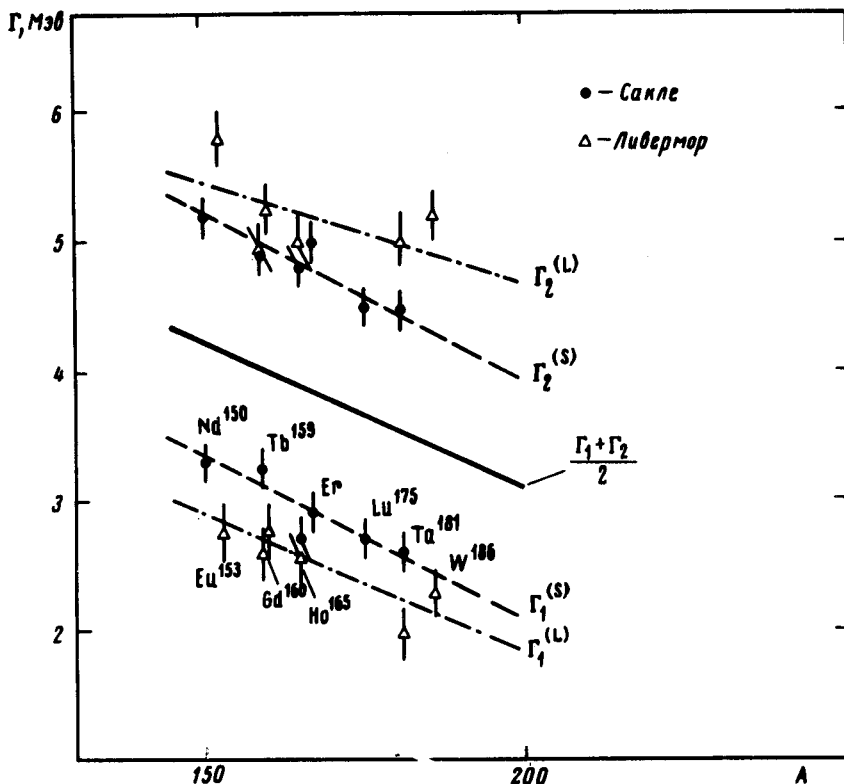


Рис. 3. Ширины лоренцовых линий, аппроксимирующих сечения фотопоглощения, для деформированных ядер в области $150 < A < 185$

То обстоятельство, что в области ядер с $A \approx 150 - 185$ линии Лоренца сужаются, до последнего времени в литературе не обсуждалось и пока что объяснения не имеет. Можно предположить, что это связано с заполнением деформированной оболочки с числом нейтронов $N = 108$

¹⁾ Данные по ширинам, полученные различными группами, имеют систематический сдвиг, поэтому, чтобы не исказить относительный ход кривых, значения для ширин, полученные методом полного поглощения в более узком интервале A , не включены.

(ядра — ^{180}Hf , ^{181}Ta , ^{182}W , ^{184}Os), существование которой в настоящее время подтверждается рядом экспериментальных фактов, основанных на анализе низкоэнергетических спектров [7].

Меньшие ширины, наблюдаемые при тех же параметрах деформации в области ядер с $A \sim 230 + 240$, по крайней мере частично можно объяснить зависимостью ($E_2 - E_1$) от $A^{-1/3}$. Однако, представляется очень интересным исследовать с этой точки зрения ядра с $A > 240$, где может проявиться эффект деформированной оболочки с $N = 152$.

Институт ядерных исследований
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
25 февраля 1976 г.

Литература

- [1] В. Bülow, В. Forkman. Handbook on Nuclear Activation Cross-sections, IAEA, Vienna, 1974, p. 475.
 - [2] В. L. Berman. Atomic Data and Nuclear Data Tables, 15, 319, 1975.
 - [3] Г. М. Гуревич. Диссертация, ИЯИ АН СССР, Москва, 1975.
 - [4] Г. М. Гуревич, Л. Е. Лазарева, В. М. Мазур, Г. В. Солодухов. Письма в ЖЭТФ, 20, 741, 1974.
 - [5] M. Danos. Nucl. Phys., 5, 23, 1958.
 - [6] K. E. G. Löbner, M. Vetter, V. Hönic. Nuclear Data Tables, A7, 495, 1970.
 - [7] J. Jastrzębski. Acta Physica Polonica, B3, 397, 1972.
-