

К АНИЗОТРОПИИ ВЕРОЯТНОСТИ ЭФФЕКТА МЕССБАУЭРА НА ЯДРАХ Sn-119 В РЕШЕТКЕ БЕЛОГО ОЛОВА

Н.Е.Алексеевский, А.П.Кирьянов

Ранее мы уже сообщали [1] данные по исследованию анизотропии эффекта Мессбауэра по анизотропии резонансного поглощения γ -квантов на ядрах Sn-119 в тонких монокристалльных поглотителях из белого олова.

В настоящей работе сообщаются результаты измерений амплитуды поглощения для так называемых "черных" резонансных поглотителей ($C_0 \approx 100$) в комбинации с толстым монокристалльным источником ($C_s \geq 10$) на установке, описанной ранее [1]. Амплитуда поглощения в этом случае пропорциональна вероятности испускания γ -квантов в данном направлении кристалла, а самый коэффициент пропорциональности практически не зависит ни от толщины поглотителя и источника, ни от сверхтонкой структуры линий испускания и поглощения. Это позволяет непосредственно измерить анизотропию вероятности испускания, ее температурную и угловую зависимость.

При измерениях в качестве "черных" поглотителей использовались пластинки из олова, обогащенного изотопом 119 до 88,1%. При этом эффективная толщина резонансного поглощения C_0 равнялась 53 при 290°K для поглотителя толщиной 0,25 мм и 330 при 4,2°K для поглотителя толщиной 0,10 мм.

Один из монокристалльных источников в виде пластинки толщиной 70 мкм был выращен из активного олова с помощью монокристалльной затравки по методу, описанному П.Л.Капицей для выращивания монокристаллов висмута [2]. В качестве затравки использовалась пластинка, отрезанная электроискровым способом от монокристалльного блока так, что нормаль к пластинке составляла угол 45° с осями кристалла [001] и [100]. Поверхностный слой, деформированный при искровой обработке, снимался электролитически. Направление нормали к плоскости полученного монокристалльного источника относительно осей кристалла контролировалось на рентгеновской установке. Содержание изотопа 119 в материале активного олова составляло 1,4%, а в материале

затравки 1,7%. Второй монокристалльный источник имел форму цилиндра диаметром 1 мм и длиной 10 мм. Он был выращен тем же способом, причем для затравки был использован кристалл естественного олова, ось которого совпадала с точностью до 2° с направлением $[010]$.

Были измерены угловая зависимость амплитуды поглощения ϵ_0 от направления испускания γ -квантов θ относительно оси $[001]$ в плоскости (010) при 290°K (см. рис. 1) и температурная зависимость анизотро-

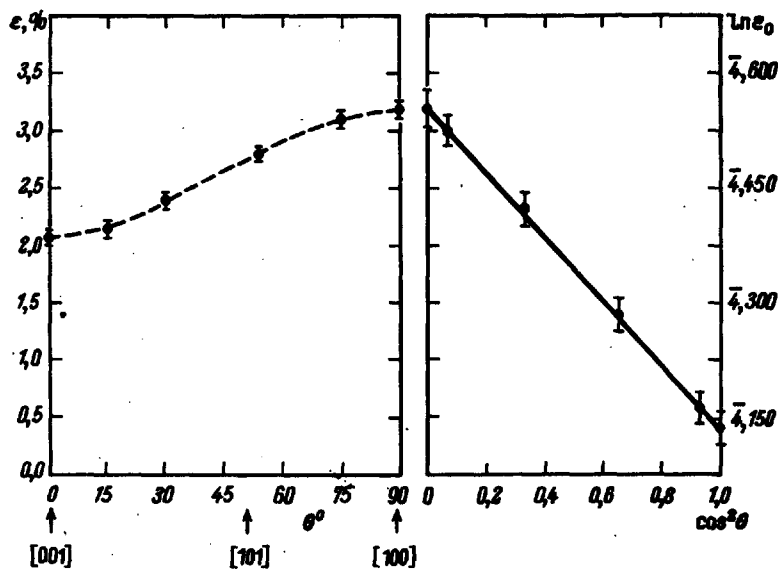


Рис. 1. Угловая зависимость вероятности испускания β -Sn (010) , $T = 290^\circ\text{K}$

пии вероятности испускания (рис. 2). На рис. 1 представлена также зависимость $\ln \epsilon_0$ от $\cos^2 \theta$, позволяющая непосредственно по углу наклона прямой найти разность квадратов для среднеквадратичных смещений $(2\pi/\lambda)^2 [\langle u_c^2 \rangle - \langle u_\sigma^2 \rangle]$ для решетки β -Sn при 290°K . Нетрудно видеть, что эта величина равна $(0,42 \pm 0,03)$. Сравнение с амплитудой поглощения для поликристаллического источника позволяет найти абсолютные значения для вероятности испускания f и среднеквадратичного смещения $\sigma = \langle u^2 \rangle^{1/2}$ в соответствующих направлениях, если для фактора f в поликристаллическом олове воспользоваться данными работы [3].

В частности, при 290°K $f_c/f_\sigma = (0,655 \pm 0,015)$, $f_c = (0,034 \pm 0,002)$ и $\sigma_c = (0,152 \pm 0,004)\text{Å}$; при 77°K $f_c/f_\sigma = (0,915 \pm 0,015)$, $f_c = (0,43 \pm 0,01)$

и $\sigma_c = (0,076 \pm 0,002) \text{ \AA}$ и при $4,2^\circ\text{K}$ $f_c/f_a = (1,055 \pm 0,015)$, $f_c = (0,74 \pm 0,01)$ и $\sigma_c = (0,046 \pm 0,002) \text{ \AA}$. Следует отметить, что статистическая погрешность измерений амплитуды поглощения при 290°K составляла $0,03\%$, а при низких температурах $0,2\%$ и набиралась многократными измерениями¹⁾.

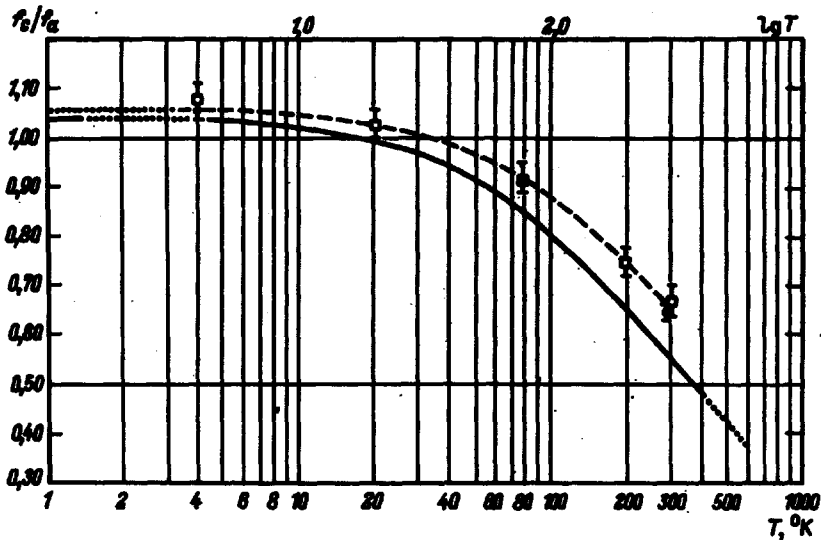


Рис. 2. Температурная зависимость анизотропии вероятности испускания f_c/f_a : ● — данные настоящей работы, ◻ — данные работы [1], — — — теоретическая кривая [4]

На рис. 2 представлены также для сравнения в виде квадратных точек данные работы [1] и в виде сплошной кривой результаты теоретических расчетов, проведенных Бровманом и Каганом [4]. Согласие результатов измерений, проведенных в данной работе, с нашими прежними данными [1], а также теоретическими расчетами [4] вполне удовлетворительное и является дополнительным подтверждением того, что температурная зависимость анизотропии вероятности эффекта Мессбауэра в монокристаллах белого олова, по-видимому, объясняется, согласно [4], перекрытием оптической ветви колебаний с акустической и большим ее весом в фоновом спектре олова.

¹⁾ Отметим, что влияние непараллельности пучка γ -квантов на результаты измерений учитывалось поправкой к амплитуде поглощения $\Delta\epsilon_a = 2\epsilon_a [(f_a - f_c)/f_a] P(\cos\theta) / 4(\rho_1^2 + \rho_2^2)$, где $P_2(\cos\theta)$ — полином Лежандра, ρ_1 и ρ_2 — радиусы r_1 и r_2 для поглотителя и источника в единицах z_0 — расстояния между ними вдоль оси установки. В частности, при $r_1 = 10 \text{ мм}$, $r_2 = 5 \text{ мм}$, $z_0 = 10 \text{ см}$, $\Delta f/f = 0,05$ эта поправка при $\theta = 0^\circ$ составляет всего лишь $0,06\%$ от ϵ_a .

Авторы пользуются возможностью выразить благодарность академику П.Л.Капице за внимание к работе и профессору Ю.М.Кагану за полезные обсуждения.

Институт физических проблем
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
25 ноября 1968 г.

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский, А.П.Кирьянов, В.И.Нижанковский, Ю.А.Самарский. Письма в ЖЭТФ, 2, 269, 1965.
- [2] P. L. Kapitza. Proc. Roy. Soc., A119, 358, 1928.
- [3] C. Hohenemser. Phys. Rev., 135 A, 170, 1965.
- [4] Е.Г.Бровман, Ю.М.Каган. ФТТ, 8, 1402, 1966.