

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1977.4.17>

УДК 539.143.4

Э. РЕАЛО, С. РЕЙМАН, Р. КОХ

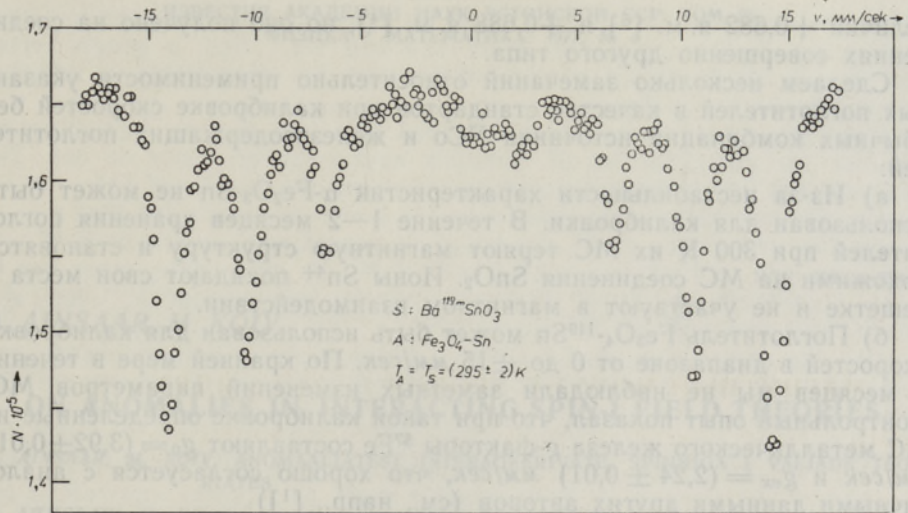
МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ УРОВНЯ $I = +3/2$ ЯДРА ^{119}Sn E. REALO, S. REIMAN, R. KOCH. ^{119}Sn TUUMA $I = +3/2$ -SEISUNDI MAGNETMOMENTE. REALO, S. REIMAN, R. KOCH. MAGNETIC MOMENT OF THE $I = +3/2$ LEVEL OF ^{119}Sn NUCLEUS

Магнитный момент μ_{ex} возбужденного состояния $I = +3/2$ (23,875 кэВ) ядра ^{119}Sn определялся неоднократно. Полученные из анализа магнитной сверхтонкой структуры мёссбауэровских спектров (МС) ^{119}Sn значения μ_{ex} варьируют в широких пределах: от $+0,67$ до $+0,83$ я.м. [1]. Разброс значений, вычисленных в [2,3], существенно меньше, однако величины $+(0,6760 \pm 0,0006)$ я.м. [2] и $+(0,675 \pm 0,002)$ я.м. [3], определенные из хорошо разрешенных МС (магнитное поле на ядрах ^{119}Sn $H_n^{\text{Sn}} \approx 200$ кэ) соединений редкоземельных и иттриевых гранатов с примесью олова, не согласуются в пределах ошибок с данными $+(0,688 \pm 0,003)$ я.м. [4] и $+(0,682 \pm 0,004)$ я.м. [5]. Последние получены в результате тщательной обработки разрешенных несколько хуже МС ферромагнитных соединений олова Co_2MnSn и Fe_3Sn ($H_n^{\text{Sn}} \approx 100$ кэ).

Целью настоящей работы было повторное определение μ_{ex} по измеренным в идентичных экспериментальных условиях МС двух соединений с различными величинами H_n^{Sn} на ядрах примесных ионов олова, чтобы выяснить, какому значению μ_{ex} отдать предпочтение.

Удачными объектами для таких экспериментов являются окислы железа с примесью олова, у которых на ядрах ионов (^{119}Sn)⁴⁺ индуцируются поля величинами около 120 кэ в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sn}$ и около 205 кэ в $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ при 300 К. Методика приготовления и некоторые результаты исследования объектов $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sn}$ (0,5 и 1,0 ат.%) и $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ (1 ат.%) опубликованы ранее [6,7]. МС поглотителей (толщина 0,5—1,0 мг $^{119}\text{Sn}/\text{см}^2$) снимались на спектрометре постоянного ускорения (γ -источник $\text{Ba}^{119\text{m}}\text{SnO}_3$ при (295 ± 2) К). Симметричная модуляция доплеровских скоростей с последующим поканальным складыванием двух «зеркальных» МС исключает возможность геометрических искажений спектра и улучшает линейность шкалы скоростей. Последняя проверялась с помощью интерференционного измерителя скорости на лазере ЛГ-55 [6], а также путем тщательного измерения и обработки калибровочных МС стандартных поглотителей $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и Fe (источник $^{57}\text{Co}(\text{Cr})$). Отклонения от линейности не превышали в среднем $\pm 0,02$ мм/сек в пределах ± 15 мм/сек.

Измерялись и обрабатывались 7 МС $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sn}$ и 3 МС $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ при (295 ± 2) К. На рисунке, где приведен один из МС ^{119}Sn объекта $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ при 295 К, хорошо виден разрешенный (ширина линий



~ 1 мм/сек) секстет магнитного расщепления ядерных уровней ^{119}Sn . Слабые линии в области от 0 до 3 мм/сек принадлежат вероятнее всего примесям SnO и SnO_2 в образцах. Положения v_i отдельных компонентов МС вычисляли методом наименьших квадратов, предполагая МС состоящим из независимых линий лоренцевой формы. Так как поглотитель $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$, в принципе, может быть использован для калибровки шкалы скорости спектрометра, мы приводим в таблице средние значения положений линий v_i ($i = 1, \dots, 6$), изомерного сдвига $\delta(\text{BaSnO}_3)$, квадрупольного расщепления ΔE_Q и эффективного магнитного поля H_n^{Sn} .

Положения * линий $v_i \pm 0,02$, мм/сек	δ , мм/сек	ΔE_Q , мм/сек	H_n^{Sn} , ** кЭ
$i = 1$ 2 3 4 5 6			
-13,98; -10,23; -6,49; 6,94; 10,63; 14,41	+0,22±0,02	0,01±0,04	-(205±1)

* Введена поправка на геометрию эксперимента.

** Знак поля определялся по измерениям МС во внешнем магнитном поле.

Из положений линий МС v_i вычислялось отношение ядерных g -факторов возбужденного и основного состояний ^{119}Sn по формуле [4]:

$$\frac{g_{ex}}{g_0} = \frac{3(v_1 - v_3 + v_4 - v_6)}{v_1 + 4v_2 + 7v_3 - 7v_4 - 4v_5 - v_6}$$

Считаем, что все v_i определены с равной точностью.

Магнитный момент возбужденного $I = +3/2$ состояния ^{119}Sn μ_{ex} вычисляли по $\mu_{ex} = 3\mu_0 \frac{g_{ex}}{g_0}$, принимая наиболее точное значение $\mu_0 = -(1,04621 \pm 0,00006)$ я. м., определенное И. Линдгреном методом ЯМР [8].

Полученные нами усредненные значения g_{ex}/g_0 составляют $-(0,2178 \pm 0,0015)$ для $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ и $-(0,217 \pm 0,002)$ для $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sn}$, а μ_{ex} , соответственно, $+(0,684 \pm 0,004)$ и $+(0,680 \pm 0,006)$ я. м. Среднее значение $\mu_{ex} = +(0,682 \pm 0,003)$ я. м., свидетельствует в пользу

величин $+0,682$ я. м. [5] и $+0,688$ я. м. [4], но оно получено на соединениях совершенно другого типа.

Сделаем несколько замечаний относительно применимости указанных поглотителей в качестве стандартов при калибровке скоростей без обычных комбинаций источника ^{57}Co и железосодержащих поглотителей:

а) Из-за нестабильности характеристик $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sn}$ не может быть использован для калибровки. В течение 1—2 месяцев хранения поглотителей при 300 К их МС теряют магнитную структуру и становятся похожими на МС соединения SnO_2 . Ионы Sn^{4+} покидают свои места в решетке и не участвуют в магнитном взаимодействии.

б) Поглотитель $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-}^{119}\text{Sn}$ может быть использован для калибровки скоростей в диапазоне от 0 до ± 15 мм/сек. По крайней мере в течение 3 месяцев мы не наблюдали заметных изменений параметров МС. Контрольный опыт показал, что при такой калибровке определенные из МС металлического железа g -факторы ^{57}Fe составляют $g_0 = (3,92 \pm 0,01)$ мм/сек и $g_{ex} = (2,24 \pm 0,01)$ мм/сек, что хорошо согласуется с аналогичными данными других авторов (см., напр., [1]).

Длительная стабильность и зависимость мёссбауэровских параметров от технологии приготовления образцов требуют дальнейших исследований.

Выводы: 1. Получено значение $\mu_{ex} = +(0,682 \pm 0,003)$ я. м. для магнитного момента уровня $I = +3/2$ (23,875 кэВ) ядра ^{119}Sn .

2. Показана ограниченная применимость поглотителя $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Sn}$ как стандарта для калибровки шкалы скоростей мёссбауэровского спектрометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Greenwood, N. N., Gibb, T. C., Mössbauer Spectroscopy, London, 1971.
2. Bauminger, E. R., Hess, J., Nowik, I., Ofer, S., Solid State Commun., **10**, 365 (1972).
3. Novik, I., Bauminger, E. R., Hess, J., Mustachi, A., Ofer, S., Phys. Lett., **34A**, 155 (1971).
4. Both, E., Trumphy, G., Djega-Mariadassou, C., Phys. Lett., **35A**, 27 (1971).
5. Brooks, J. S., Williams, J. M., Webster, P. J., J. Phys. D: Appl. Phys., **6**, 1403 (1973).
6. Реало Э., Лийн А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., **23**, 166 (1974).
7. Реало Э., Рейман С., Proc. 6th Intern. Conf. on Mössbauer Spectroscopy, Cracow, 1975, P. I, 4B-7.
8. Lindgren, I., Ark. Fys., **29**, 553 (1965).

НИИ ядерной физики МГУ

Институт физики

Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
20/1 1977