

# ЭФФЕКТ МЁССБАУЭРА НА ЯДРАХ $Sn^{119}$ , ВВЕДЕННЫХ В РЕШЕТКУ ФЕРРИТА-ГРАНАТА ИТТРИЯ

К.П.Белов, И.С.Любутин

Для понимания механизма возникновения эффективных магнитных полей на ядрах  $H_{эф}$  представляют интерес исследования  $H_{эф}$  на ядрах немагнитных ионов, введенных в ферро-, ферри- и антиферромагнитные матрицы. В последние годы было обнаружено, что ядра таких ионов подвержены воздействию сильных внутренних магнитных полей [1-3]. Большой интерес представляет изучение ферродиелектриков, в которых вклад в  $H_{эф}$  на ядре немагнитного иона, обусловленный электронами проводимости, отсутствует.

Мы приготовили феррит-гранат иттрия  $Ca_{0,3}Y_{2,7}Sn_{0,3}Fe_{4,7}O_{12}$ , в котором ионы  $Fe^{3+}$  замещались ионами  $Sn^{4+}$ . Сопротивление иттриевого феррита-граната порядка  $10^{10}-10^{12}$  Ом·см, т.е. его можно считать диэлектриком.

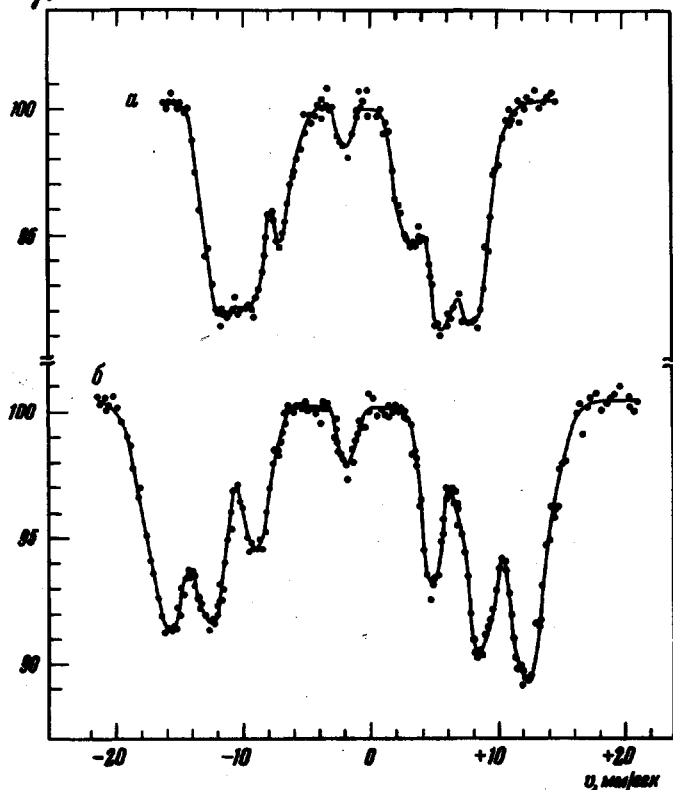
Источником  $\gamma$ -излучения с энергией 23,8 кэВ служил изотоп  $Sn^{119}$ , входящий в соединение  $Mg_2Sn$ . Порошок активного  $Mg_2Sn$  наносился на медную подложку; толщина радиоактивного слоя составляла 6,5 мг/см<sup>2</sup>. Выбор источника в виде соединения  $Mg_2Sn$  существенен для

подобных измерений потому, что ширина линии испуска-  
 ния в этом соединении близка к естественной [4], это поз-  
 воляет лучше разрешить сверхтонкое расщепление линий  
 спектра поглощения. Опыты с поглотителем из  $Mg_2 Sn$   
 толщиной  $5,2 \text{ мг/см}^2$  дали значение  $\Gamma_{\text{эксп}}$  при комнат-  
 ной температуре поглотителя, равное  $0,7 \text{ мм/сек}$ , что хо-  
 рошо согласуется с данными Брюханова и др. [4]. Погло-  
 титель готовился путем осаждения порошка феррита  
 $Ca_{0,3} Y_{2,7} Sn_{0,5} Fe_{4,1} O_{12}$  на алюминиевую фольгу. Толщина  
 поглотителя составляла  $54 \text{ мг/см}^2$ . При изготовлении  
 указанного феррита-граната использовалась двуокись оло-  
 ва  $SnO_2$ , обогащенная изотопом  $Sn^{119}$  до 87%. В на-  
 ших опытах источник находился при температуре жидко-  
 го азота. Поглотитель приводился в движение относи-  
 тельно источника при помощи кулачкового механизма. По-  
 ложительная скорость соответствует движению поглотите-  
 ля к источнику.

Как при комнатной температуре, так и при темпера-  
 туре жидкого азота спектр поглощения состоит из шести  
 компонент (рисунки).

Кроме того, наблюдается небольшой пик в центре  
 спектра, который может быть обусловлен либо малой частью  
 непрореагировавшей двуокиси олова  $SnO_2$ , либо обра-  
 зовавшейся фазой  $CaSnO_3$  со структурой перовскита. Об  
 этом свидетельствует величина химического сдвига этого  
 пика по отношению к линии излучения  $-1,85 \text{ мм/сек}$  (ши-  
 рина пика  $\sim 1,5 \text{ мм/сек}$ ) [4,5]. Ниже приведены значе-  
 ния  $H_{\text{эф}}$ , квадрупольного расщепления  $\xi$  и химического

$I_{\gamma}$ , отн. ед.



Спектр поглощения для поглотителя  $\text{Ca}_{0.93}\text{Y}_{0.07}\text{Sn}_{0.3}\text{Fe}_{0.7}\text{O}_{12}$  толщиной  $54 \text{ Мг}/\text{см}^2$ :  $\alpha$  - при комнатной температуре,  $\beta$  - при температуре жидкого азота (по оси абсцисс отложена скорость поглотителя, по оси ординат - интенсивность потока  $\gamma$ -квантов; число импульсов в каждой точке спектра  $\sim 10^5$ )

сдвига  $\delta$  для температур 80 и 295<sup>0</sup>К:

	$T = 80^0\text{К}$	$T = 295^0\text{К}$
$H_{\text{эф}}, \text{кЭ}$ :	$210,5 \pm 2$	$152 \pm 3$
$\epsilon, \text{мм/сек}$ :	$0,17 \pm 0,05$	$0,0 \pm 0,1$
$\delta, \text{мм/сек}$ :	$-1,9 \pm 0,1$	$-1,9 \pm 0,1$

Значение  $H_{\text{эф}}$  рассчитывалось из величины расщепления основного состояния. Магнитный момент основного состояния ядра  $\text{Sn}^{119}$  принимался равным  $-1,041$  я.м.

Как следует из вывода, магнитные поля на ядрах олова и исследуемом феррите-гранате достигают большой величины. Ватсон и Фримен<sup>[8]</sup> предположили, что за возникновение  $H_{\text{эф}}$  на ядрах немагнитных ионов могут быть ответственны следующие механизмы: 1) приращивание спиновой плотности  $3d$ - электронов от ферромагнитного иона к заполненным скомпенсированным оболочкам немагнитных ионов приводит к раскомпенсации последних, что дает определенный вклад в  $H_{\text{эф}}$ ; 2) немагнитный ион поляризуется обменным полем магнитных электронов ферромагнитных ионов, и это ведет к раскомпенсации внутренних  $s$ -электронов, которые затем, в результате контактного ферми-взаимодействия, обуславливают возникновение  $H_{\text{эф}}$  на ядре; 3) в магнитной матрице могут поляризоваться электроны проводимости и эта поляризация, через контактный ферми-член, приведет к появлению  $H_{\text{эф}}$  на ядре.

Мы нашли, что для исследуемого образца величины химических сдвигов одинаковы для двух температур ЖЭТФ.

ратур и равны в пределах ошибки величине химического сдвига линии поглощения для  $\text{SnO}_2$  по отношению к линии излучения в  $\text{Mg}_2\text{Sn}$  [4]. Это может свидетельствовать о том, что плотность электронов у ядра атома олова в феррите-гранате не изменилась по сравнению с плотностью электронов на ядре атома  $\text{Sn}$  в  $\text{SnO}_2$ , т.е. в нашем случае механизм 1) может быть исключен из участия в создании  $H_{\text{эф}}$  на ядрах олова. Механизм 3) также исключается, так как наш феррит-гранат является диэлектриком. Таким образом, в рамках модели Ватсона-Фримена мы можем сделать заключение, что поле  $H_{\text{эф}}$  на ядрах олова в иттриевом феррите-гранате обусловлено поляризацией электронного остова атома олова обменным полем  $3d$  - электронов атомов железа (механизм 2)). Такой вывод подтверждается также и тем, что величина отношения  $H_{\text{эф}}(80^\circ\text{K}) / H_{\text{эф}}(295^\circ\text{K})$  совпадает с отношением намагниченностей при этих температурах:  $G_3(80^\circ\text{K}) / G_3(295^\circ\text{K})$  и равна  $\sim 1,4$  (самопроизвольная намагниченность исследуемого феррита-граната была измерена нами ранее [7]).

Мы благодарим академика И.К.Кикоина и В.И.Николаева за предоставление источника и Р.Н.Кузьмина за приготовление соединения  $\text{Mg}_2\text{Sn}$ . Мы также глубоко благодарны В.А.Брюханову и Н.Н.Делягину за техническую помощь и множество ценных консультаций.

Институт кристаллографии  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
13 февраля 1985 г.

## Литература

- [1] A.J.F. Boyle, D.St.P. Bunbury, C. Edwards. Phys. Rev. Lett., 5, 553, 1960; O.C. Kistner, A.W. Sunyar, J.B. Swan. Phys. Rev., 123, 179, 1961.
- [2] Б.Н.Самойлов, В.В.Скляревский и Е.П.Степанов. ЖЭТФ, 36, 644, 1959; 36, 1944, 1959; 38, 359, 1960.
- [3] S.S. Hanna, L. Meyer-Schutzmeister, R.S. Preston, D.H. Vincent. Phys. Rev., 120, 2211, 1960; 122, 1717, 1961.
- [4] В.А.Брюханов, Н.Н.Делягин, Р.Н.Кузьмин. ЖЭТФ, 46, 137, 1964.
- [5] Фам Зуи Хиен, В.С.Шпинель, А.С.Висков, Ю.Н.Венцев. ЖЭТФ, 44, 1889, 1963.
- [6] R.E. Watson, A.J. Freeman. Phys. Rev., 123, 2027, 1961.
- [7] К.П.Белов, И.С.Любутич. Кристаллография, 10, 3, 1965.