

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 5, стр. 267 – 271. 5 сентября 1972 г.

ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ КЕРРА В ФЕРРИТАХ ГРАНАТАХ

Г. С. Кринчик, В. А. Крылова

В данной работе излагаются результаты впервые проведенных измерений экваториального эффекта Керра δ на монокристаллах ферритов-гранатов иттрия, европия и тербия. Обнаружено, что изменение интенсивности отраженного света при коммутации магнитного поля достигает 5%, т.е. экваториальный эффект Керра в ферритах-гранатах намного превышает максимальное значение этого эффекта в ферромагнитных d -металлах. Наиболее интенсивные максимумы на кривых δ отождествлены с оптическими переходами в тетраэдрических ионах Fe^{3+} . Обнаружено влияние редкоземельной подрешетки на интенсивность магнитооптических переходов в ионах Fe^{3+} .

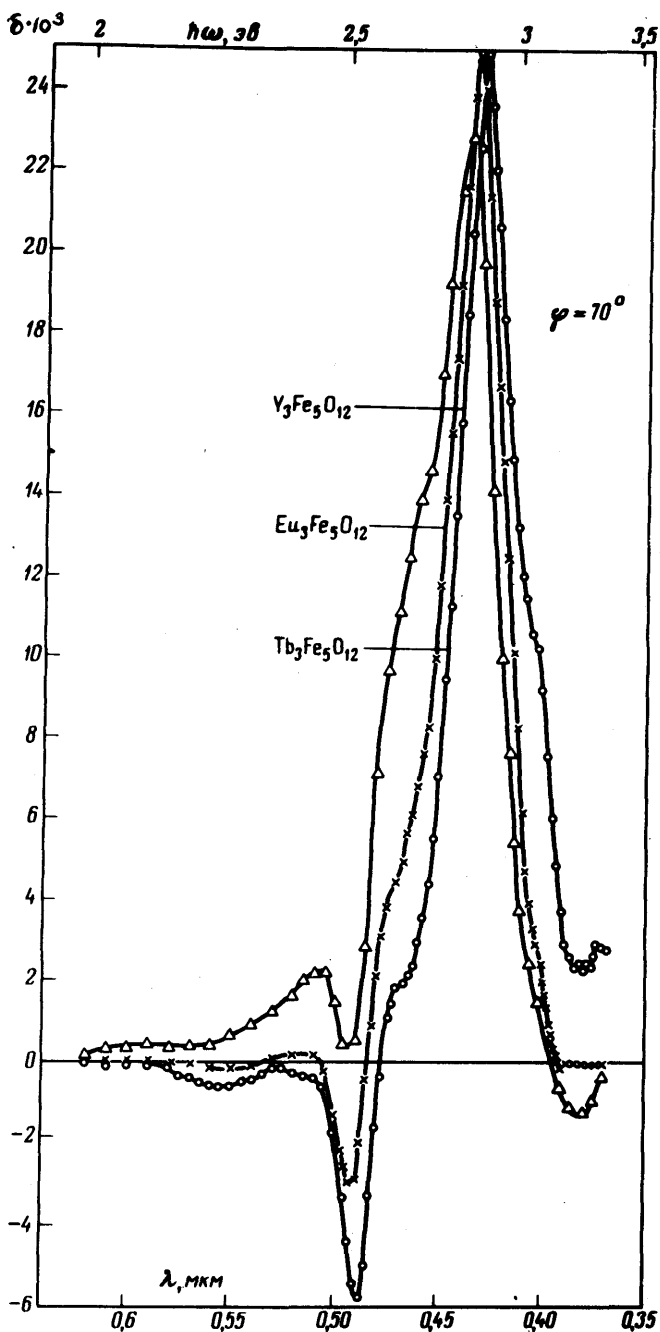


Рис. 1

Измерялось изменение интенсивности p -компоненты линейно-поляризованного света при отражении от поперечно намагниченного образца (вектор намагниченности перпендикулярен плоскости падения света). Величина экваториального эффекта Керра при этом выражается формулой $\delta = (I - I_0) / I_0$, где I_0 — интенсивность отраженного света от размагниченного образца, I — от намагниченного. Измерения производились при комнатной температуре динамическим методом на

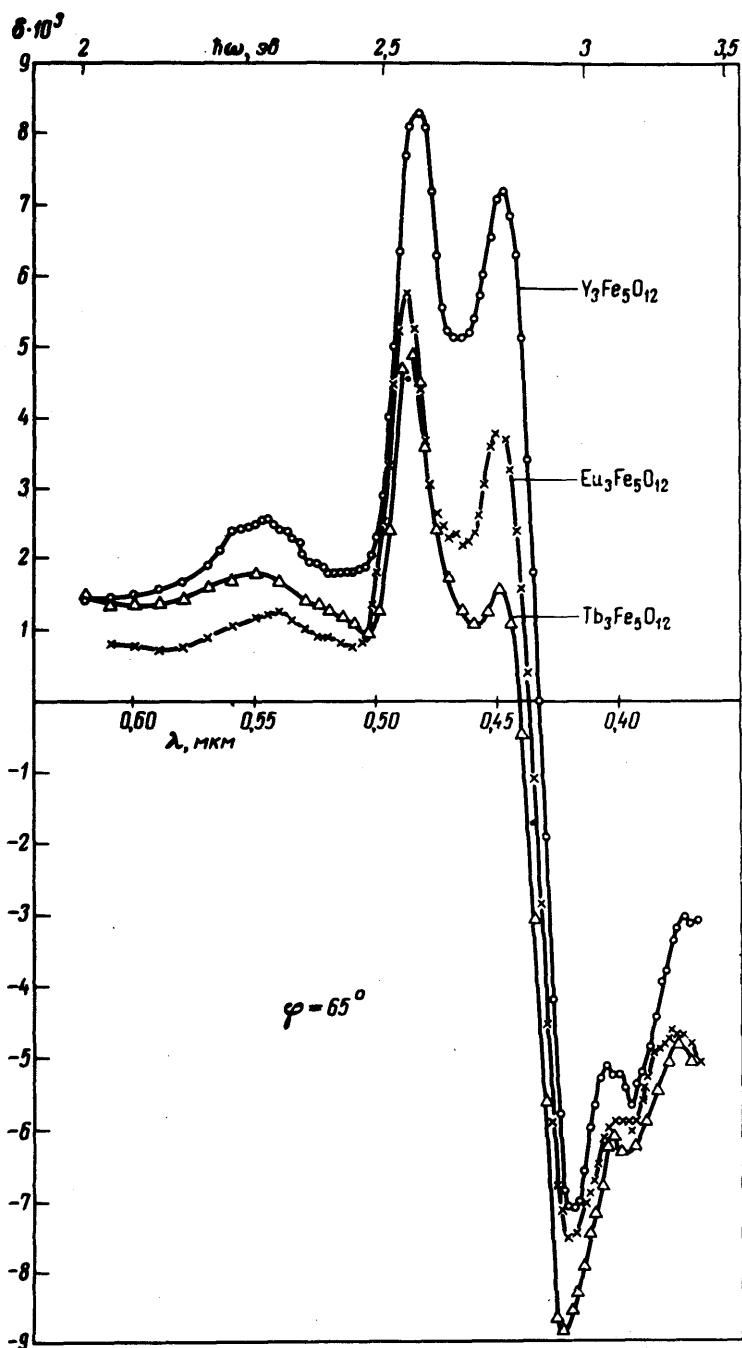


Рис. 2

установке, аналогичной описанной в работе [1]. Отношение регистрируемых сигналов на s - и p -компонентах линейно-поляризованного света во всем диапазоне измерений не превышало 1%. Образцы представляли собой монокристаллические полированные пластинки, вырезанные в плоскости [110]. Перемагничивающее поле $H \approx 5000$ э было направлено вдоль оси [110].

На рис. 1 и 2 приведены частотные зависимости δ для ферритов-гранатов иттрия, европия и тербия при двух углах падения света $\phi = 70^\circ$ и $\phi = 65^\circ$. Из рис. 1 видно, что экваториальный эффект Керра при $\hbar\omega = 2,85$ эв и $\phi = 70^\circ$ достигает значения 0,025, что соответствует изменению интенсивности отраженного света при коммутации поля, равному 5%. Заметим, что такой большой эффект получается в интервале углов $68,5 - 70,5^\circ$ при смещении максимума примерно на $0,1$ эв. Таким образом, на интенсивной ртутной линии $\lambda = 0,4358$ мкм можно получить указанный максимальный эффект без применения монохроматора. Кроме того, можно добиться дополнительного увеличения этого эффекта, применяя тонкослойные немагнитные диэлектрические покрытия.

Частотная зависимость $\delta(\omega)$ исследованных ферритов-гранатов, в основном, характеризуется наличием сильного положительного максимума при $\hbar\omega = 2,85$ эв для $\phi = 70^\circ$, а также двух положительных ($\hbar\omega = 2,55$ и $2,75$ эв) и двух отрицательных ($\hbar\omega = 2,95$ и $3,15$ эв) максимумов для $\phi = 65^\circ$. Можно предположить, что эта структура обусловлена двумя самыми низкоэнергетическими переходами $t_1(\pi) \rightarrow e(\pi)$ (A) и $t_2(\pi_1\sigma) \rightarrow e(\pi)$ (B) в тетраэдрических комплексах FeO_4 . Это два разрешенных электрически-дипольных перехода от кислородных орбиталей $2p(\pi, \sigma)$ -типа к орбиталям ионов $\text{Fe}^{3+} 3d(e)$ -типа [2]. Тот факт, что магнитооптические переходы в области $2 + 3,4$ эв в основном, обусловлены тетраэдрическими ионами железа, был установлен на европиевом гранате в работе [3] путем замещения тетраэдрических ионов Fe^{3+} немагнитными ионами Ga^{3+} , но в этой работе не проводилось отождествления переходов для ферритов-гранатов. Кривую δ иттриевого граната для $\phi = 65^\circ$ (рис. 2) в области $2,5 + 3,3$ эв можно представить как наложение двух кривых дисперсионного типа с собственными частотами $2,75$ и $2,95$ эв и полуширинами порядка $0,2$ эв, а кривую δ для $\phi = 70^\circ$ как наложение двух таких же кривых абсорбционного типа.

Последнее обстоятельство, по-видимому, связано с тем, что по сделанным нами оценкам основной вклад в δ при $\phi = 70^\circ$ в области $2 + 3,4$ эв вносит поглощательная часть недиагональной компоненты тензора диэлектрической проницаемости. Таким образом, указанный максимум δ при $\phi = 70^\circ$ и $\hbar\omega = 2,85$ эв обусловлен максимумом потерь при магнитооптических переходах A и B, и для собственных частот этих переходов мы получаем значения $2,75$ и $2,95$ эв.

Кривые δ для тербиевого и европиевого гранатов в основном, аналогичны соответствующим кривым для иттриевого граната, однако, имеются и существенные различия. В гранате европия и, особенно сильно, в гранате тербия уменьшилась амплитуда максимумов $2,55$ и $2,75$ эв при $\phi = 65^\circ$, а также изменилась форма положительного максимума $2,85$ эв при $\phi = 70^\circ$. В гранате европия уменьшилась амплитуда отрицательного пика $2,55$ эв при $\phi = 70^\circ$, а в гранате тербия этот пик вообще сместился в область положительных δ . По-видимому, обнаруженное изменение кривых $\delta(\omega)$ в редкоземельных гранатах тербия и европия связано не прямо с оптическими переходами в редкоземельных ионах Tb^{3+} и Eu^{3+} , а с косвенным влиянием редко-

земельной подрешетки на характер образования молекулярных орбиталей в комплексах FeO_4 и интенсивность оптических переходов.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
10 июля 1972 г.

Литература

- [1] Г.С.Кринчик, В.С.Гущин. ЖЭТФ, 56, 1833, 1969.
 - [2] С. J. Ballhausen, A. D. Liehr. J. Mol. Spectrosc., 2, 342, 1958.
 - [3] F. J. Kahn, P. S. Pershan, J. P. Remeika. Phys. Rev., 186, № 3, 1969.
-