

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

НЕВСКАЯ ФОТОНИКА-2023
ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

9-13 октября 2023 г.

ИТМО



**НЕВСКАЯ
ФОТОНИКА**

Санкт-Петербург
2023

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ КРИСТАЛЛА $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$ В ОБЛАСТИ ПЕРЕХОДОВ ${}^5I_8 \rightarrow {}^5F_3$ И 5F_2

Соколов В.В., Малаховский А.В., Сухачёв А.Л., Гудим И.А.

Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

Измерены и исследованы поляризованные спектры поглощения кристалла $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$ в области $f-f$ переходов ${}^5I_8 \rightarrow {}^5F_3$ и 5F_2 в функции от температуры в интервале 5-90 К.

Ключевые слова: $f-f$ электронные переходы, локальные свойства, мультиферроики.

Ион гольмия в кристалле $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$ находится в позиции с локальной симметрией D_3 вплоть до 5 К [1]. В работе [2] из магнитных измерений и расчета кристаллического поля, а в работе [3] из ЭПР спектра было показано, что основное состояние гольмия в $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$ это дублет E . Опираясь на эти данные, переходы из основного состояния идентифицированы на основании поляризации переходов, при использовании правил отбора в симметрии D_3 .

На рис. А и В представлены спектры поглощения переходов ${}^5I_8 \rightarrow {}^5F_3$ и 5F_2 . Возбуждённые 5F_3 и 5F_2 состояния расщепляются в кубическом и тригональном полях следующим образом:

$$J = 2 \rightarrow E + T_2 \rightarrow E + (A_1 + E), \quad (1)$$

$$J = 3 \rightarrow A_2 + T_1 + T_2 \rightarrow A_2 + (A_2 + E) + (A_1 + E). \quad (2)$$

В ряде электронных переходов обнаружены расщепления, указывающие на локальные структурные искажения во время переходов. Переходы F_3, F_5 типа $E \rightarrow A$ не расщепляются, а переходы F_1 и G_1 , того же типа расщепляются (рис. А и В). Поляризации компонент расщепления перехода F_1 (рис. А) не соответствуют правилам отбора в симметрии D_3 , что может быть объяснено понижением симметрии до C_2 . Тогда происходит преобразование состояний:

$$E = A_1 + A_2, \quad A_1 = A_1, \quad A_2 = A_2. \quad (3)$$

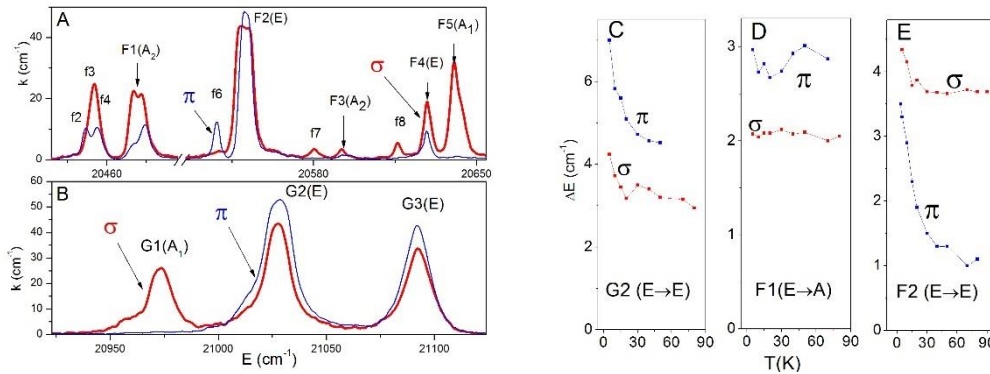


Рисунок. А и В - Поляризованные спектры поглощения (k) переходов ${}^5I_8 \rightarrow {}^5F_3$ и 5F_2 при температуре 5 К в $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$. С, D и E - Зависимость расщепления линий поглощения G_2, F_1 и F_2 , в функции от температуры в $\text{HoAl}_3(\text{VO}_3)_4$

Из правил отбора для C_2 следует, что переходы из расщепленного дублета ($A_1 + A_2$) в синглетные состояния (A_1 или A_2) будут соответствовать $\sigma + \pi\sigma$ поляризованным линиям. При дальнейшем понижении симметрии все переходы разрешены в обеих поляризациях, т. е., будут две $\pi\sigma$ линии. Переход F_1 расщепляется на $\pi\sigma + \sigma + \pi$ линии. Расщепление одной из линий на π и σ линии объясняется зависимостью расщепления от поляризации падающего света.

Переход F_4 и G_3 (Рис. А и В) типа $E \rightarrow E$ не расщепляется, а переход F_2 и G_2 того же типа расщепляется на $\sigma + \pi + \pi + \sigma$ и $\pi + \sigma + \sigma + \pi$ линии соответственно. Наблюдаемые при этом чисто π поляризованные линии поглощения также связаны с зависимостью расщепления от поляризации света.

Наблюдающееся расщепление линий $f-f$ поглощения не является следствием статического искажения кристалла в основном состоянии, а вызвано искажением, возникающим в процессе поглощения света, о чём свидетельствует тот факт, что расщепления различны при различных переходах и варьируются от 1 до 7 cm^{-1} . Действительно, электронный переход происходит вследствие перемешивания основного и возбуждённого состояний оптическим возбуждением. Это может приводить к изменению взаимодействия атома с окружением, и к искажению локальной симметрии не только в возбуждённом, но и в основном состоянии. Зависимости величины расщепления от температуры представлены на рис. С-Е. Видно, что при некоторых переходах расщепление уменьшается с ростом температуры. Это может быть следствием изменения окружения редкоземельного иона в результате уменьшения влияния света на электронный переход, и кристалл при этих электронных переходах стремится вернуться к симметрии D_3 .

[1] Zhang H., et al., *J. Phys.: Condens. Matter*, **31**, №50, 505704-505714, (2019).

[2] Begunov A.I., Demidov A.A., Gudim I.A., and Eremin E.V., *JETP letters*, **97**, 528-534, (2013).

[3] Malakhovskii A.V., Sokolov V.V., et al., *Phys. Lett. A*, **383**, №16, 1960-1966, (2019).