ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК SCIENTIFIC JOURNAL

2022-yil, 3-son (133) ANIQ FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor
A.X.BEGMATOV - f.-m.f .d., professor
Yu.S.VOLKOV - f.-m.f .d., professor (Novosibirsk davlat universiteti, Rossiya)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor
MASLINA DARUS - Malayziya milliy universiteti professori, Malayziya
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya

Obuna indeksi – yakka tartbidagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

MATEMATIKA / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS

Absalamov A.T., Ziyadinov B.A.
On one of the family of evolution operators..... 4-9

Хасанов Т.Г.
Задача Коши для Уравнения кортевега-де фриза с нагруженными членами и источником в классе быстроубывающих функций..... 10-19

Akramova D.I., Soleev A.
Newton polyhedra in estimates for the Fourier transform of characteristic functions and convolution operators..... 20-32

Alladustova I.U.
The number of eigenvalues of the discrete schrödinger operator associated to a system of two bosons on a lattice 33-38

Almuratov F.M.
Asymptotics for eigenvalues of schrödinger operator associated to one-particle systems on one dimensional lattice..... 39-46

Akhmadova M.O.
On the existence of roots of some matrix-type functions, estimates for the roots and their number 47-50

Akhmedov A.B., Kuldibaeva L.A., Kholmanov N.Y.
Modified non-classical theory of plate bending..... 51-57

Ибрагимов А.М., Неъматов А.Б.
Спектральные свойства оператора дирака с периодическим потенциалом на всей прямой 58-66

Ochilov Z.Kh.
Integral geometry problems with perturbation in the family of parabolas with a weight function of a special form..... 67-73

Икромов И.А., Сафаров А.Р., Вахобова Г.Б.
Об оценке тригонометрических интегралов с неполной квадратичной фазой..... 74-81

Собиров Ш.К.
Интегрирование нагруженного модифицированного уравнения кортевега-де фриза с самосогласованным источником интегрального типа в случае простых собственных значений..... 82-89

MEXANIKA / МЕХАНИКА / MECHANICS

Хужаёров Б.Х., Сайдуллаев У.Ж., Шадманов И.Э.
Численное решение осесимметричной задачи фильтрации суспензий с образованием упруго - пластического кейк-слоя..... 90-95

INFORMATIKA / ИНФОРМАТИКА / INFORMATICS

Nazarov F.M., Yarmatov Sh.Sh.
Artificial intellectual mechanisms in control systems and their application..... 96-105

FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS

Jumabayev A., Xushvaqtov H., Absanov A., Sharifov G‘., Ernazarov Z., Odilova S.
Meta-ksilol va uning eritmalarida molekulalararo ta’sirlarni kombinatsion sochilish spektrlarida namoyon bo‘lishi..... 106-110

Кувандиков О.К., Ражабов Р.М., Шодиев З.М., Амонов Б.У., Сулайманов О.А., Ахтамов Ж.Ш.
Магнитные свойства редкоземельных хромоборатов $RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) при высоких температурах..... 111-114

Ахмеджанов Ф.Р., Тугалов Ф.Б.
Характеристики акустических волн в кристаллах германата-лития…….. 115-118

Vapayev M.E., Sobirov B.R., Kamalov Sh.R., Davletov I.Y., Boltaev G.S.
Lazer nurlanishi ta'sirida mis sirtida hosil qilingan plazmasining optik xususiyati……. 119-124
Шаронов И.А., Алибеков А.С., Ахмедов Я.А., Салимов М.И., Сандибоев А.Н., Холматов А.
Нейтронно-активационный и гамма-спектроскопический анализ при исследовании некоторых объектов археометаллургии..... 125-138
Mamatqulov O.B., To'xtayev U.U., Tog'ayev B.S., Umirzaqov E.A., Amonova R.O'., Temirov Sh.S., Sayfiyev Sh.Sh., Qilichev A.Q.
Lalmi ekinlarining ayrim donli mahsulotlarida tabiiy ^{40}k radionuklidining to'planishini o'rganish……. 139-144
Mustafayev T.Sh., Axmedjanov F.R., Eshniyozov O.I.
Kvars kristallarida akustik to'lqinlarning so'nish anizotropiyasi……. 145-151
Mamatqulov O.B., Safarov A.N., To'xtayev U.U., Tog'ayev B.S., Umirzaqov E.A., Nurmurodov L.T., Amonova R.O'.,Yusupov M.N., Haydarov U.E., Sayfiyev Sh.Sh., Temirov Sh.S.
Samarqand viloyati Nurobod tumani ayrim hududlaridagi ichimlik suvlarining radioaktivligi 152-156
Рахматуллаев И.А., Чернега Н.В., Давронов М.Х., Хайдаров Х.С.
Одно- и двухфотонно-возбуждаемая люминесценция микропорошков диоксида титана при лазерном возбуждении……. 157-163
Ergashev K.E, Tojiyev R.I., Jurayev B.Sh., Shaymanov A.M., Boyqobilov T.I.
(16447) Vauban asteroidining optik kuzatuvlari va faza funksiyasi tahlili…… 164-170
Payzullayev A.N., Gafurova M.V., Allayev B.A., Tellyayev S.K., Mirzayev S.Z.
Nanosuyuqlikning qovushqoqligi va barqarorligining kremniy dioksidi nanozarrachalari chiziqli o'lchamiga bog'liqligi..... 171-175

Mualliflarga

УДК 537.6

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ХРОМОБОРАТОВ $RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

О.К. Кувандиков, Р.М.Ражабов, З.М. Шодиев, Б.У. Амонов, О.А. Сулайманов, Ж.Ш.Ахтамов

Самаркандский государственный университет

Аннотация. Методом Фарадея в интервале температур 300-1200 K измерена температурная зависимость магнитной восприимчивости χ(T) редкоземельных боратов $DyCr_3(BO_3)_4$ и $HoCr_3(BO_3)_4$. Установлено, что зависимости χ^{-1}(T) для каждой фазы подчиняются закону Кюри – Вейсса. Найдены температуры Нееля, температуры Кюри (асимптотик θ_a) и магнитные моменты, соответствующие химической формуле кристаллов.

Ключевые слова: обменное взаимодействие, парамагнитная температура, магнитная восприимчивость, магнитный момент.

$RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) kamyob yer metalli xromoboratlarning yuqori temperaturadagi magnit xossasi

Annotatsiya. $DyCr_3(BO_3)_4$ va $HoCr_3(BO_3)_4$ kamyob Yer metalli xromoboratlarning magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog‘lanishi 300-1200 K temperatura oralig‘ida Faradey uculida o‘lchandi. χ^{-1}(T) bog’lanish grafigi har bir faza uchun Kyuri – Veyss qonuniga bo‘ysinishi aniqlandi. Bog‘lanish grafigidan foydalanib, Neel temperaturasi, assimptotik Kyuri temperaturasi va kristallning kimyoviy formula birligiga to‘g‘ri keluvchi magnit momenti hisoblab topildi.

Kalit so‘zlar: almashinuvchi o‘zaro ta’sir, paramagnit temperatura, magnit qabul qiluvchanlik, magnit momenti.

Magnetic parameters of rare-earth chromium borate $RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) under high temperatures

Abstract. The Faraday effect is used to measure the temperature dependence of the magnetic susceptibility in the temperature range from 300 to 1200 K of rare-earth chromium borates, such as $DyCr_3(BO_3)_4$ and $HoCr_3(BO_3)_4$. It is found that this temperature dependence follows the Curie–Weiss law in each phase. The obtained Neel and Curie (asymptotic θ_a) temperatures as well as magnetic moments match the formula unit of borate crystals.

Keywords: exchange interaction, paramagnetic temperature, magnetic susceptibility, magnetic moment.

I Введение

Редкоземельный – хромовый боратов $RCr_3(BO_3)_4$ (R=Dy, Ho) является представителем весьма многочисленного семейства боратов [1]. Кристаллы этого семейства демонстрируют необычные оптические, магнитные и магнитоэлектрические эффекты, а также обладают хорошими механическими свойствами [2]. Соединения с двумя магнитными подсистемы, редкоземельно-хромовые и редкоземельно-железистые бораты, привлекают исследователей своими магнитными и магнитоэлектрическими свойствами. На данный момент магнитные свойства железистых боратов хорошо изучены [3], в то время как исследованию свойств подсемейства $RCr_3(BO_3)_4$ посвящено небольшое число публикаций [4].

В работах [5,6] показано, что для редкоземельно-хромовых боратов характерны две структурные модификации: ромбоэдрическая (пространственная группа R32) и моноклинная (C2/c), которые во многих случаях сосуществуют в кристаллах, а их соотношение зависит от

редкоземельного элемента, концентрации исходных компонентов в расплаве и условий роста кристаллов.

В настоящей работ наше внимание было направлено по редкоземельно-хромовые бораты $RCr_3(BO_3)_4$, в которых редкоземельный элемент должен вносить вклад в их магнитные свойства [7].

Целью данной работы является экспериментальное исследование температурной зависимости магнитной восприимчивости χ(T) редкоземельных хромоборатов $RCr_3(BO_3)_4$ в широком интервале температур (300-1200 К) и определение по зависимости $\chi^{-1}(T)$ основных магнитных характеристи этих боратов.

Исследование зависимости χ(T) редкоземельных хромоборатов проводилось относительном методом Фарадея (с использованием эталона) с помощью высокотемпературных маятниковых весов в избыточной атмосфере очищенного гелия [8]. Максимальная относительная ошибка измерения χ не превышала 3%.

II. Результаты и их обсуждение

Экспериментальные зависимости χ(T) и $\chi^{-1}(T)$ изученных редкоземельно-хромовые бораты представлены, соответственно, на рис.1 и рис.2.

Анализ рис.2 показывает, что на этих зависимостях наблюдаются изменения, т.е. каждая зависимость претерпевает по два излома. Изломы наблюдаются при следующих температурах: для $DyCr_3(BO_3)_4$ при 598 и 746 К а для $HoCr_3(BO_3)_4$ при 503 и 795 К. Следует отметить, что после первого излома наклон зависимости $\chi^{-1}(T)$ уменьшается, а после второго – увеличивается. Зависимости $\chi^{-1}(T)$ до, между и после изломов имеют линейный характер, что свидетельствует о подчинении этих зависимостей закону Кюри-Вейсса:

$$\chi = \frac{C}{T + \theta_a} \tag{1}$$

где C - постоянная Кюри-Вейсса, θ_a - асимптотическая температура Кюри.

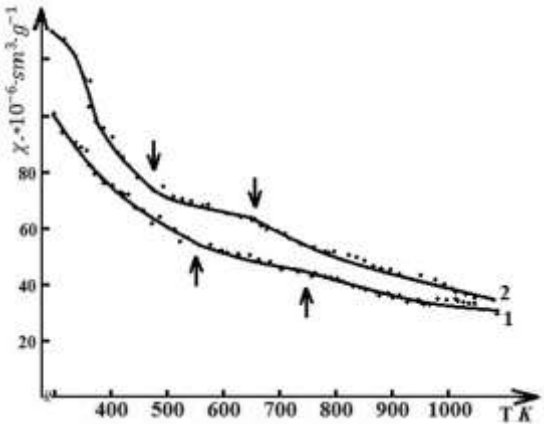

Рис.1. Зависимости $\chi(T)$ хромоборатов: 1 – $DyCr_3(BO_3)_4$, 2 –$HoCr_3(BO_3)_4$.

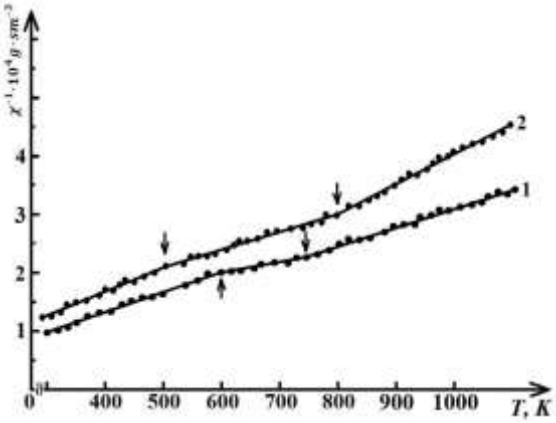

Рис.2. Зависимости $\chi^{-1}(T)$ хромоборатов: 1 – $DyCr_3(BO_3)_4$, 2 –$HoCr_3(BO_3)_4$.

Изломы, наблюдаемые на зависимости $\chi^{-1}(T)$ изученных боратов, можно объяснить следующим образом. Известно, что магнитоактивными компонентами в изученных соединениях являются Dy, Ho и Cr магнитные свойства которых определяются 4f- и 3d-электронами, соответственно, локализованными в узлах их кристаллической подрешетки; $(BO_3)_4$–радикал имеет лишь слабые парамагнитные свойства [10]. Из магнитоактивных компонентов 4f- металлы (Dy, Ho) имеют магнитоупорядоченное состояние ниже комнатной температуры, а 3d- металл Cr является антиферромагнетиком ниже 235 К. Кроме этого, по результатам работы [2], различные магнитные фазовые переходы в редкоземельных боратах происходят при температурах ниже комнатной.

Уменьшение величины температурные зависимости магнитной восприимчивости χ (рис.1) с ростом температуры свидетельствует о неустойчивости коллинеарной фазы. При этом явно виден двухступенчатые характер этого уменьшения.

Такое поведение восприимчивости, по нашему мнению, связано со спин-ориентационный фазовым переходом в антиферромагнитную фазу с анизотропией типа и легкая осьи. Такой переход ранее обнаружен для $TbCr_3(BO_3)_4$ [1]. Для каждой структурной модификации, по всей видимости, характерна собственная температура перехода, с чем и связано двухступенчатое уменьшение восприимчивости. Также каждая фаза имеет собственную температуру Нееля. Исходя из описанного выше, можно предположить, что в каждой из структурных модификации происходит двухступенчатый спин-ориентационный фазовый переход из легкоплосностного антиферромагнитного состояния в легкоосное с появлением промежуточной магнитной фазы.

По экспериментальным зависимостям $\chi^{-1}(T)$ изученных боратов, учитывая (1), были определены их основные магнитные характеристики: θ_a, C и, далее, по значению C были рассчитаны значения магнитных моментов, приходящихся на их химическую формульную единицу по следующей формуле [9]:

$$\mu_{форм.} = 2,83\sqrt{CM}\,\mu_Б, \qquad (2)$$

где M – молярная масса бората.

Эти результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты расчетов магнитных характеристик редкоземельных хромоборатов

Образец	Интервал температур, T (K)	T_N, K	θ_a, K	C, 10^{-3} см^3·K·г$^{-1}$	$\mu_{фор}$, $\mu_Б$	$\mu_{теор}$, $\mu_Б$
$DyCr_3(BO_3)_4$	293-598	545	48	2.89	11.32	12.54
	598-746		-511	5.45	15.54	
	746-1123		18	3.11	11.74	
$HoCr_3(BO_3)_4$	293-503	500	-2	2.43	10.4	12.54
	503-795		-197	3.25	12.03	
	795-1123		228	1.93	9.27	

Анализ таблицы показывает, что отрицательное значение θ_a также указывает на то, что обменное взаимодействие в этих соединениях, по-видимому, соответствует антиферромагнитному упорядочению кристаллической структуры изученных соединений. Этот результат соответствует общему правилу, согласно которому магнитное взаимодействие между

ионами Cr^{3+} увеличивается с уменьшением расстояния между ними. Можно считать, что ион Cr^{3+} находится в высокоспиновом состоянии для любого из $RCr_3(BO_3)_4$ соединений, что также подтверждается большими значениями $\mu_{теор}$ по сравнению с μ_S для свободного иона Cr^{3+} ($\mu_S^{Cr} = 3.87\mu_B$) [7]. Таким образом, магнитные свойства изученных редкоземельно-хромовых боратов обусловлены свойствам как лантаноида (4f-электроны), так и хрома (3d-электроны).

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Впервые измерены зависимости магнитной восприимчивости $\chi(T)$ редкоземельно-хромовых боратов в парамагнитном состоянии в интервале температур 300-1200 К.

2. По зависимости $\chi^{-1}(T)$ изученных редкоземельно-хромовых боратов рассчитана асимптотическая температура Кюри θ_a, константа Кюри-Вейсса С, магнитный момент, приходящийся на одну химическую формулу $\mu_{фор}$ и теоретическое значение магнитного момента $\mu_{эфф}^{теор}$ для каждого соединения.

3. Магнитные исследования позволили определить температуры Нееля для каждой из фаз. Высказано предположение, что в каждой структурной модификации происходит двухступечатый спин-ориентационный фазовый переход.

Литература

1. A.N.Bludov, Yu.O.Savina, V.A.Pashchenko, S.L.Gnatchenko, T.Zajarniuk, A.Lynnyk, M.U.Gutowska, A.Szewczyk, I.V.Kolodiy, V.V.Mal'tsev, N.N.Kuzmin, and N.I.Leonyuk. Magnetic properties of $DyCr_3(BO_3)_4$, Low Temp. Phys. 46, (2020); doi: 10.1063/10.0001367
2. Блудов А.Н., Савина Ю.А., Пащенко В.А., Гнатченко С.Л., Мальцев В.В., Кузмин Н.Н., Леонюк Н.И.. Магнитные свойства монокристалла $GaCr_3(BO_3)_4$.// Физика низких температур, 2018, Т. 44, №5, с.554-560.
3. Кадомцева А.М., Попов Ю.Ф., Воробьев Г.П., Пятаков А.П., Кротов С.С., Камилов К.И., Иванов В.Ю., Мухин А.А., Звездин А.К., Кузьменко А.М., Безматерных Л.Н., Гудим И.А., Темеров.В.Л. // ФНТ.36. 640 (2010) [Low Temp. Phys. 36, 511 (2010)
4. А.Н.Булдов, Ю.А.Савина, В.А.Пащенко, С.Л.Гнатченко, ИюВюКолодий, В.В.Мальцев, Н.Н.Кузмин, Н.И.Леонюк.// ФНТ 46. 767 (2020) [Low Temp. Phys. 46, №6 (2020)].
5. В.С.Куражковская, Е.А.Добрецова, Е.Ю.Боровикова, В.В.Мальцев, Н.И.Леонюк. ЖСХ 52, 721 (2011) [J.Struct. chem. 52, 699 (2011)]
6. E.Yu. Borovikovaa, E.A. Dobretsovaa, K.N. Boldyrev b, V.S. Kurazhkovskayaa, V.V. Maltseva, N.I. Leonyuk. Vibrational spectra and factor group analysis of rare-earth chromium borates, $RCr_3(BO_3)_4$, with R = La–Ho. Vibrational Spectroscopy 68 (2013) 82–90
7. Yukio Hinatsu, Yoshihiro Doi, Kentaro Ito, Makoto Wakeshima, and AbdolaliAlemi.//. Journal of Solid State Chemistry 172 (2003) 438-445.
8. Kuvandikov O.K., Shakarov Kh. O., Shodiev Z.M., and Rustamov A.// Journal of communications technology and electronics. V.52, Number 9, 2007, pp.1058-1061.
9. O.K.Kuvandikov, N. I. Leonyuk, Kh. O. Shakarov, Z. M. Shodiev, and B. U. Amonov. Magnetic properties of rare-earth aluminoborates $RAl_3(BO_3)_4$ (R = Th, Er, or Ho) at high temperatures. Russian Physics Journal, Vol. 58, No. 9, January, 2016
10. О.К.Куваандиков, Н.И. Леонюк, В.В. Мальцев, Н.Н. Кузьмин, Х.О. Шакаров, З.М. Шодиев, Б.У. Амонов, О.А. Сулаймонов. Магнитные свойства редкоземельных хромоборатов при высоких температурах.// Известия высших учебных заведений физика. 2021, Т. 64, № 5. с. 166-170