



BIR JINSLI BÒLMAGAN MEXANIK KUCHLANISHLARNING FeBO₃ MONOKRISTALLI MAGNIT TUZILISHI VA MAGNITLANISH JARAYONIGA TASIRINI

Turayev Akmal Atayevich

Buxoro davlat universiteti fizika kafedrası dotsenti

(e-mail: a.a.turaev@buxdu.uz)

Hayitova Yulduz Asror qizi

Buxoro davlat universiteti magistranti

(e-mail: @buxdu.uz) buni kiriting!

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7793891>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 25- mart 2023 yil

Ma'qullandi: 28-mart 2023 yil

Nashr qilindi: 31-mart 2023 yil

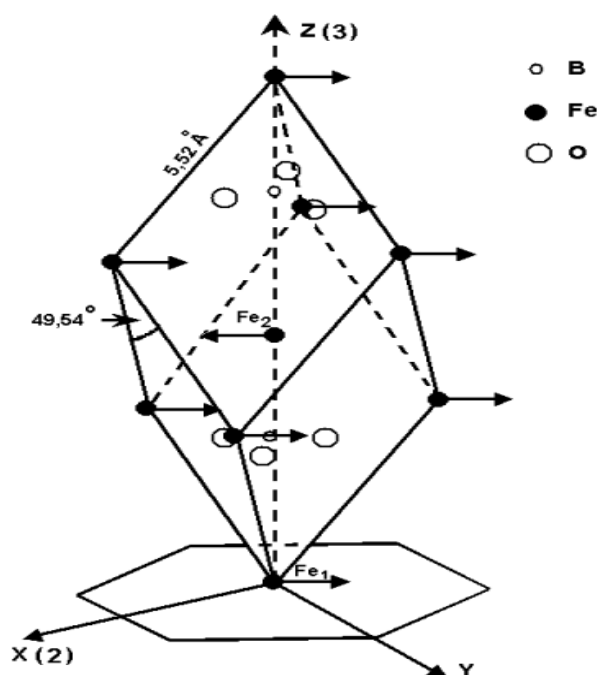
KEY WORDS

magnit maydon, magnit xotira, ferromagnit, lityum-ion, termodinamik, magnitakustik transduserlar, magneto-optik, magneto-elastik.

ABSTRACT

Ushbu maqolada temir borat(FeBO₃)ning monokristalli magnit tuzilishi o'rganilgan bo'lib, qattiq jismlar fizikasi bo'yicha ko'plab tadqiqotlar bu bilan bog'liqligi ya'ni uning xususiyatlarining noyob kompleksi – magnit, rezonans, optik, magneto-optik, magneto-elastik kabi xususiyatlarni o'zida namoyon qilishi, FeBO₃ kristalida trigonal (romboedral)mavjud kristall tuzilish,simmetriyaning fazoviy guruhi,dielektrik va magnit jihatdan antiferromagnit yengil tekislik tipidagi zaif ferromagnetizm va magnit anizotropiyasi o'rganilgan.

Temir borat ilm-fan va texnologiyaning turli sohalarida yuqori texnologiyali amaliy qo'llanmalar uchun juda istiqbolli materialdir. Jumladan, FeBO₃ asosida, magnit-optik va magnitakustik transduserlar, asboblarda o'ta zaif magnit maydonlarni o'lchash, harorat va bosimning ta'sirini kuzatish maqsadida foydalaniladi. Temir borat zamonaviy lityum-ion batareyalarda ishlatilishi mumkin, bu esa sezilarli darajada ta'sir qiladi hamda imkoniyatlarini oshiradi. Oddiy bo'lmagan yuzalarda temir boratning quyma monokristallari topilgan. Bu fakt temir boratning sirtini hisobga olish imkoniyatini ko'rsatadi. Yuqori ro'yxatga olish zichligiga ega magnit xotira elementi sifatida, bundan tashqari, yuqori darajada mukammal temir borat monokristallaridan foydalanishning istiqbolli ideal monoxromatorlari sifatida foydalanish mumkin. Mössbauerga mos keladigan energiya bilan intervalning yuqori intensivlikdagi sinxrotron nurlanishi rezonans hisoblanadi. Bunday holda, kristalligacha namunalarning mukammalligi juda yuqori talablarga bo'ysunadi, ularga erishish murakkab texnologik muammolarni hal qilish bilan bog'liq. Klassik va juda samarali stressni bartaraf etish texnikasida yuzaga keladigan kristall panjara nuqsonlari, sintez jarayoni - bu monokristalning tovlanishi namunalaridir. Shu bilan birga, u fundamental ahamiyatga egadir(1-rasm).



1-rasm. Temir boratning magnit xususiyatlari.

Zaif ferromagnetizmning termodinamik nazariyasi Dzyaloshinskiy tomonidan qurilgan. U o'z-o'zidan magnit mavjudligini ko'rsatdi va ba'zi AF kristallaridagi momentlarni tabiiy ravishda tushuntirish mumkinligini aytib o'tdi. Kristalning simmetriyasini hisobga olgan holda fenomenologik yondashuv doirasida, magnit tuzilishi va uni tavsiflovchi termodinamik potentsial, simmetriya guruhining o'zgarishiga nisbatan o'zgarmas bo'lishi kerak degan xulosaga keldi. Tegishli bo'lgan romboedral tizimning kristallari uchun FeBO_3 , simmetriya tahlili quyidagi magnit holatlarni beradi: A_z , F_z , $F_x A_y$, $F_y A_x$. Uchinchi va to'rtinchi holatlarda ionlarning magnit momentlari bez kristalning asosiy tekisligida yotadi. Shu bilan birga, antiferromagnetizm ferromagnetizm bilan birga yashaydi, bu natijalarga mos keladi. Biroq, simmetriya yondashuvi aniqlashga imkon bermaydi, magnitda ruxsat etilgan holatlardan qaysi biri amalga oshiriladi. E Biroq, simmetriya yondashuvi aniqlashga imkon bermaydi, magnitda ruxsat etilgan holatlardan qaysi biri amalga oshiriladi. Buni qilish mumkin faqat mas'ul bo'lgan o'zaro ta'sirlarni hisobga oladigan nazariya asosida u yoki bu magnit tuzilishning shakllanishi, bunga olib keladigan sabablar antiferromagnetlarning zaif ferromagnetizmi Dzyaloshinsky tomonidan tushuntirib o'tilgan. Spin-panjara va magnitlarning relyativistik o'zaro ta'siri dipolning o'zaro ta'sirini hisobga olish kerak. Ushbu o'zaro ta'sirlar (ularning kattaligi $\sim v^2/c^2 \sim 10^{-5} \div 10^{-2}$ almashinuvchidan, bu erda v – atomdagi elektronning tezligi, c -yorug'lik tezligi) kristalning ma'lum bir simmetriyasida quyidagilarga olib kelishi mumkinligini ko'rsatadi. Antiparalleldan pastki panjaralarning magnit momentlarining zaif og'ishi yo'nalishi, buning natijasida zaif ferromagnit moment paydo bo'lishi, zaif ferromagnetizmning mikroskopik nazariyasi Moria tomonidan ishlab chiqilgan. U sxemada Spin-orbital o'zaro ta'sirni hisobga olgan holda ta'sir sifatida bilvosita almashinuvga olib keladi.

Bu yerda M_1 , M_2 – pastki panjaralarning magnitlanishi; $d(\parallel 3z)$ – doimiy vektor. Temir boratning zaif ferromagnetizmi aniq antisimmetrik sabab bo'ladi, ya'ni almashish orqali sodir

bo'ladi. Ko'rsatilgan pastki panjaralarning kollinearizmining yana bir sababi Moria tomonidan ishlab chiqilgan. Kristall maydon o'qlarining kollinearligi bo'lmasligi ham mumkin. Bunda bunday holda, zaif ferromagnetizm bitta ionli magnit tufayli yuzaga keladi, anizotropiya kuzatiladi. Bunday mexanizm tip a'zolari tomonidan tavsiflanadi $M_{1x} M_{1y} - M_{2x} M_{2y}$, bu yerda m_{1x} , M_{1y} , m_{2x} , m_{2y} – o'qdagi pastki panjara magnitlanishining proyeksiyalari hamda koordinata tizimlari hisoblanadi. Zaif ferromagnetizmning paydo bo'lishiga olib keladigan mexanizmlar antiferromagnetiklar odatda Dzyaloshinskiyning o'zaro ta'siri deb ataladi. Umumiy holda, Dzyaloshinskiyning o'zaro ta'siri bir oila turlarining a'zolari tomonidan tavsiflanadi yoki bir vektorining AF komponentlari bo'yicha yuqori tartibli a'zolar tomonidan tavsiflanadi, lekin magnitlanish vektorining tarkibiy qismlari bo'yicha chiziqli invariantlarning to'liq simmetriya tahlili bilan amalga oshiriladi.

$$F_m = -\frac{1}{2}E_1 I^2 + \frac{1}{2}E_2 m^2 + \frac{1}{2}a I_z^2 + \frac{1}{2}b m_z^2 + D(1_x m_y - 1_y m_x) \quad (1)$$

Dekart koordinatalar tizimi 1-formulada bo'lgani kabi tanlangan. Birinchi ifodadagi ikkita atama metabolik o'zaro ta'sir energiyasini tavsiflaydi ($E_1 \sim E_2$). Biz ularni (1) yordamida o'zgartiramiz. Natijada termodinamik potentsial shaklga ega bo'ladi:

$$F_m = -\frac{1}{2}E_1 I^2 + \frac{1}{2}E_2 m^2 + \frac{1}{2}a I_z^2 + \frac{1}{2}b m_z^2 + D(1_x m_y - 1_y m_x) \quad (2)$$

Ikkinchi va uchinchi invariantlar energiyani bir o'qli deb belgilaydi ikkinchi darajali magnit kristallografik anizotropiya: $a / E \sim b / e \sim v^4 / c^4$. D koefitsienti bilan o'zgaras zaifning paydo bo'lishi uchun javobgardir relativistik o'zaro ta'sir natijasida ferromagnetizm, D-doimiy Dzyaloshinskiy: $D / e \sim v^2 / c^2$. Ushbu invariant asosan (2) bilan bir xil. Asosida (1.1) va shartlari $|l| \gg |m|$ ko'rib $|l| = 1$. (3) komponentlarini minimallashtirish m berilgan vektor yo'nalishi bo'yicha l olish qiyin emas

$$m_x = (D/E) \cdot 1_y, \quad m_y = -(D/E) \cdot 1_x, \quad m_z = 0 \quad (3)$$

yoki

$$m_{\perp} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = (D/E) \cdot 1_{\perp}, \quad m_{\parallel} = m_z = 0.$$

(3) dan ko'rinib turibdiki, zaif ferromagnit moment m proporsionaldir AF vektorining proektsiyasi bir asosiy tekislikka bog'liq emas. Ushbu proyeksiyaning asosiy tekislikdagi yo'nalishlari. Magnit aniqlash uchun temir borat holatini (1.3) (2) ga almashtiring. Bundan tashqari, bog'liq bo'lganlar uchun vektorning tarkibiy qismi bir termodinamik potentsialning bir qismi hisoblanadi.

$$F_m = \frac{a'}{2} \cdot 1_z^2 \quad (4)$$

bu yerda $E / D a' a^2 + -$ bir o'qli anizotropiyaning samarali doimiysi. Shunday qilib, Dzyaloshinskiyning o'zaro ta'siri quyidagilarga olib keladi. Bir o'qli anizotropiya konstantasini qayta normalizatsiya qilish, asosiy tekislikda yotadi, $m \neq 0$. $A' < 0$ holatida: l_{33z} va $m = 0$. (4) formuladan kelib chiqadiki, a' doimiyligini topish uchun siz quyidagilarni bilishingiz kerak. Bir o'qli kristallografik anizotropiya doimiysi a , almashinish doimiy E va doimiy Dzyaloshinskiy D . Ko'rsatilgan qiymatlar odatda tegishli samarali maydonlar orqali ifodalanadi: $a \sim \mu_0^3 d^2 h$, $a \cdot M_0$, $E = 4 H E \cdot M_0$, $D = 2 H D \cdot M_0$. Bir eksenel anizotropiyaning samarali maydoni keng harorat oralig'i AF rezonans usuli bilan aniqlanadi, Rudashevskiy va boshqalar tomonidan o'rganilgan. 0 k ga yaqin harorat mintaqasida bu teng bo'lib chiqdi. Samarali almashinuv maydoni bo'lishi mumkin, masalan, Mesbauer effekti yoki yadro o'lchovlari bilan

aniqlanadigan magnit-rezonansni aytish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. В.Е. Зубов ИЗОМЕТРИЧНЫЕ МОНОКРИСТАЛЛЫ БОРАТА ЖЕЛЕЗА: МАГНИТНЫЕ И МАГНИТОАКУСТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, Симферополь 2008
2. Bolotin DD. Temir borat va gematitning kristal-magnit tuzilishini qiyosiy tahlil qilish Bolotin DD, Macsimova EM, Strugatskiy MB // Taurida milliy VI Vemadskiy universitetining ilmiy eslatmalari. Seriya: Fizika va matematika fanlari. - 2010.-jild. 23(62), y3. B. 149-155.
3. AA Turayev, HX Abidov - temir borat monokristalida strukturaviy o'zgarishlar. yuqori haroratli ta'sirdagi o'zgarishlar. rentgen nurlari ta'sida temir boratning tuzilishini tahlil qilish // Interpretation and researches, 2022. Стр:16-24.
4. Abidov, H. (2023). YUQORI HARORATLI TAVLANISH JARAYONIDA TEMIR BORAT (FeBO_3) DAGI STRUKTURAVIY O'ZGARISHLAR. Eurasian Journal of Academic Research, 3(1 Part 3), 125-130.
5. Rollmann G., Rohrbach A., Entel P., Hafner J. // Fizik. Rev. B. 2004. jild. 69
6. Abidov H. YUQORI HARORATLI TAVLANISH JARAYONIDA TEMIR BORAT (FeBO_3) DAGI STRUKTURAVIY O'ZGARISHLAR //Eurasian Journal of Academic Research. – 2023. – T. 3. – №. 1 Part 3. – C. 125-130.
7. Turayev A. Physical-technological aspects of a multifunctional sensor based on a field-effect transistor //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu.uz). – 2021. – T. 8. – №. 8.
8. qizi Nasriyeva M. X. NANOTEXNOLOGIYA SOHASINING RIVOJLANISHIDA YARIMO 'TKAZGICHLI ASBOBLARNING AHAMIYATI //GOLDEN BRAIN. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 257-264.
9. D. R. Dzhuraev, B. Yu. Sokolov, and Sh. Sh. Faiziev. Photoinduced changes in the spacemodulated magnetic order of a $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$ single crystal. Russian Physics Journal, 2011, Vol. 54, №3, -P 382-385.
10. Boidedaev S. R., Dzhuraev D. R., Sokolov B. Yu., Faiziev Sh. Sh. Effect of the Transformation of the magnetic structure of a $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$ crystal on its magneto-optical anisotropy. Optics and Spectroscopy, 2009, Vol. 107 No. 4 -P 651-654.
11. S.R.Boydedaev, D.Y Sokolov, D.R. Dzhuraev, Sh.Fayziev. The 'magnetic ripple' state in weak ferromagnetic $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$. Uzbekiston Fizika Zhurnali. 2009. No.5, P. 376-383.
12. Atayevich, T. A., & Xotamovich, A. H. (2022). TEMIR BORAT FeBO_3 MONOKRISTALLARI VA NANOZARRACHALAR SINTEZI VA ULARNING OPTIK VA MAGNETO-OPTIK XUSUSIYATLARI. TEMIR BORATDA KUZATILADIGAN FARADEY EFFEKTI. TEMIR BORATNING OLINISHI VA O'STIRILISHI. SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH, 1(5), 53-61.
13. Джураев Д. Р., Тураев А. А. МАЙДОН ТРАНЗИСТОРЛАРИ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ ОСОБЕННОСТИ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ FEATURES OF KEY PARAMETERS OF FIELD TRANSISTORS.
14. Atayevich T. A., Xotamovich A. H. TEMIR BORAT FeBO_3 MONOKRISTALLARI VA NANOZARRACHALAR SINTEZI VA ULARNING OPTIK VA MAGNETO-OPTIK XUSUSIYATLARI. TEMIR BORATDA KUZATILADIGAN FARADEY EFFEKTI. TEMIR BORATNING OLINISHI VA O'STIRILISHI //SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH. – 2022. – T. 1. – №. 5. – C. 53-61.