

KTF KRISTALLIDAGI MAGNIT AYLANAVIY DIXROIZM SPEKTRLARI

Olimjonova Nigina Sobirjon qizi

ShDPI Pedagogika fakulteti

Soatov Hasan Parda o'g'li

ShDPI Pedagogika fakulteti

Annotatsiya: Oxirgi vaqtlarda turli materiallar orasida katta faradey aylanishi burchagiga ega bo'lgan paramagnit kristallarni faol tarzda izlash ishlari olib borilmoqda. Oksidlar orasida bu faradey izolyatorlarida va turli magnit optik lazer qurilmalarida amaliy qo'llanilishga ega bo'lgan, tarkibida uch valentli NYe-ionlari Tb^{3+} (eng avvalo, terbiy-galliyli granati $Tb_3Ga_5O_{12}$) bo'lgan murakkab-almashtirilgan nodir yer (NYe) granatlari kristallarining kashf etilishi bo'ldi. KTb_3F_{10} atrof muhitda rangsiz va shaffof tuyuladi. UB-nurlanish ta'siri ostida kuchli yashil fotoluminessensiya namoyon bo'ladi. Ushbu kristallning o'tkazish spektrida aniqlangan barcha yutilish chiziqlari NYe-ionlari Tb^{3+} o'tishlariga tegishli deyish mumkin.

Kalit so'zlar: paramagnit kristallar, Faradey effekti, nodir yer granatlari (Nye), ultrabinafsha(UB) soha, infraqizil(IQ) soha, optik shaffoflik, KTb_3F_{10} kristalli, Magnit Aylanaviy Dixroizm(MAD), Zeeman ajralish.

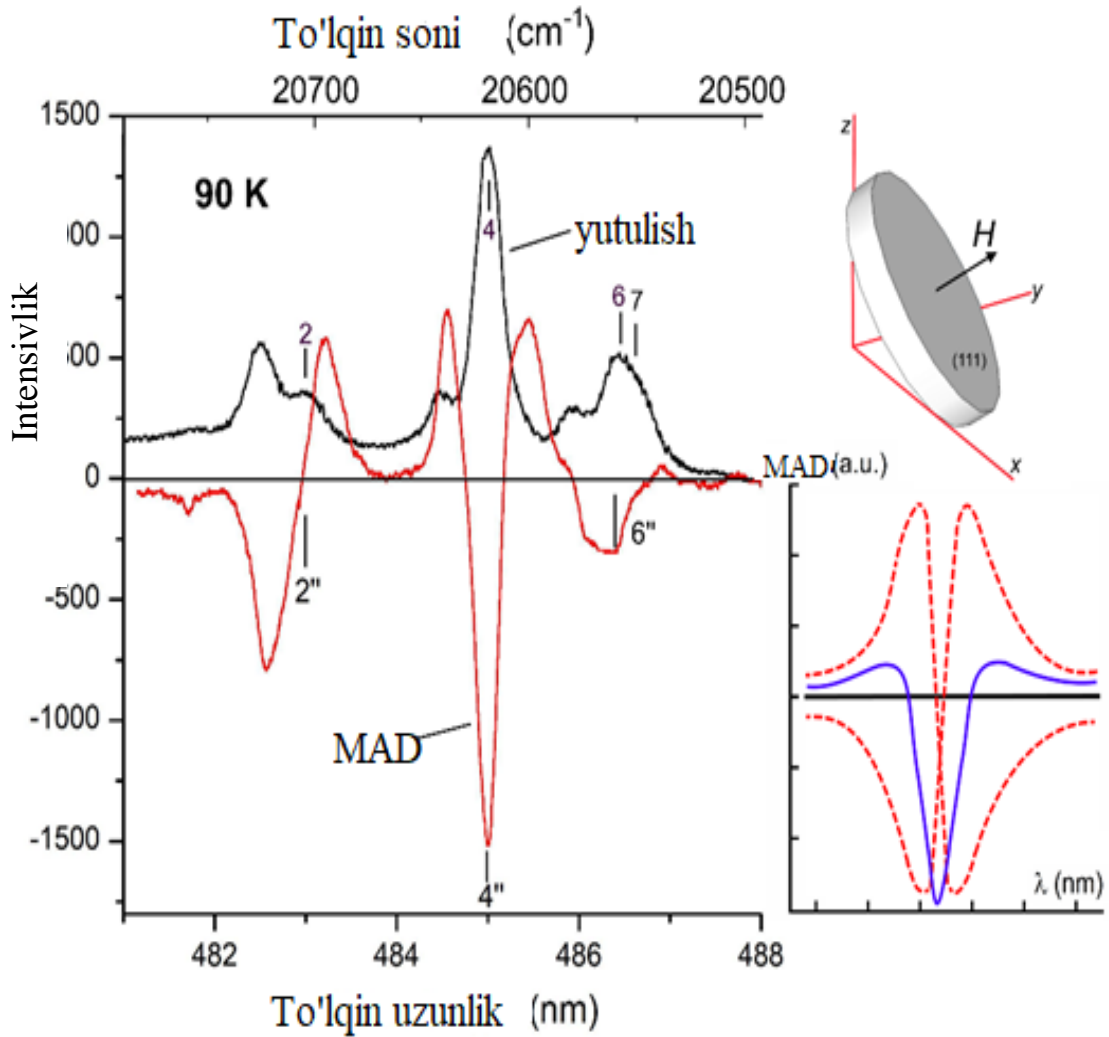
Yaxshi ma'lumki, tashqi magnit maydon tomonidan kristallga kiritilgan g'alayonlanish o'ng- va chap sirkulyar qutblangan yorug'lik nurlanishlari uchun kristallning optik xarakteristikalarini farqi tufayli yuzaga keladi. Bunda mos sindirish koeffitsiyentlarining farqli bo'lishi yorug'likning qutblanish tekisligining magnit optik aylanishiga javobgar bo'lib (Faradey effekti – FE), yutilish koeffitsiyentlarining farqli bo'lishi esa magnit aylanma dixroizm (MAD) uchun javobgardir. Xususan, MAD eng umumiy xolda

$$\Delta\alpha = (\alpha_+ - \alpha_-) = \gamma\mu_B H \left[\frac{A}{\eta} \cdot \frac{df}{d\omega} + \left(B + \frac{C}{kT} \right) f \right], \quad (1)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu yerda $f = f(\nu, \nu_0)$ –yutilish polosasi konturi funksiyasi; ω - yorug‘lik chastotasi; γ -konstanta; k_B – Bolsman doimiysi; μ_B - Bor magnetoni; α_+ va α_- - mos xolda o‘ng- va chap qutblangan yorug‘likning yutilish koeffitsiyentlari. A , B va C - Faradey parametrlarini (yoki MAD parametrlarini) ifoda etadilar.

(1) formuladagi A-a’zoning yuzaga kelishi magnit maydon tomonidan olinadigan ionning asosiy yoki uyg‘otilganining kvant yuzaga kelishini ko‘rsatadi, C-a’zoning mavjudligi esa tashqi magnit maydonidagi ioni asosiy zeyeman quyi sathi bolsman to‘ldirilganligi farqiga asoslangandir. Shuning bilan birga B-xissa ionning asosiy yoki uyg‘otilganlari to‘lqin funksiyalarining tashqi maydon tomonidan “aralastirilishiga” bog‘liq. Shuni qayd etish kerakki, MAD (yoki Faradey effekti) ning A- va C-a’zolari mos xolda “singlet \rightarrow dublet” yoki “dublet \rightarrow singlet” turidagi magnitoptik-faol o‘tishlar magnitoptik effektlari natijalariga xissasini xarakterlab, bu o‘tishlar matrik elementlari orqali ifodalanishi mumkin .

NATIJA Tashqi magnit maydoni $H = 5$ kE da spektrning ko‘zga ko‘rinadigan sohalarida kristallografik yo‘nalish bo‘yicha oriyentirlangan, tekshirilayotgan KTF kristallda MAD ning past temperaturali o‘lchash natijalari 1-rasmda ko‘rsatilgan (1-rasmdagi yuqorigi qo‘shimcha rasm ko‘rgazmali tarzda tekshirilayotgan kristallning C_4 o‘qiga nisbatan tashqi magnit maydoni H ning oriyentsiyasini namoyon etadi). Taqqoslashlar uchun KTF kristali optik zichligi past temperaturali spektri ham ko‘rsatilgan. 1 -rasmdagi 2 yutilish chizig‘ida MAD signalining ishora o‘zgaruvchan shakli shu yutilish chizig‘i konturining birinchi xosilasi bilan yoki magnit faol ioni MAD dagi “diamagnit” xissani (A-a’zo) aniqlovchi magnit optik yutilish chizig‘i konturi dispers shakli bilan aniqlanishi yaxshi ko‘rinib turibdi. Shuning bilan birga 6 va 7 yutilish chiziqlariga tegishli bo‘lgan, MAD ning 6” spektri xususiyatlari unchalik tushunarli emas va shuning uchun tahlil qilinmagan. Faqat, MAD dagi 7 chiziqqa xissa 6 chiziqdagiga qaraganida ancha kichikligini aytish mumkin.



1 -rasm. $T = 90$ K da KTF kristali MAD si (qizil to'liq) va optik yutilishi (qora chiziqlar) spektral bog'liqligi. MAD spektri $H = 5$ kE magnit maydonida yozib olingan. MAD va yutilish spektrlarining xarakterli xususiyatlari o'tish sxemalariga mos xolda belgilangan. Qo'shimcha rasmda spektrning tadqiq etilayotgan sohalaridagi MAD ga "diamagnet" xissaga mos keluvchi MAD ning ikkita qarama-qarshi (ishorasi bo'yicha) spektral bog'liqliklar superpozitsiyasi natijasi ko'rsatilgan.

MAD ning A-a'zosi amplitudasi bir tomondan ko'rilayotgan magnit optik – faol o'tishda kombinatsiyalanuvchi dublet quyi sathlarning Zeeman ajralishiga asoslangan bo'lsa, ikkinchi tomondan esa uning uncha katta bo'lmagan o'sishi ($\sim 1/G^2$) temperaturaning pasayishida yutilish chiziqlari kengligi G ning kamayishi bilan korrelyatsiyalanadi.

Shunga o'xshash yarim kengligi temperaturaning 300 dan 90K gacha kamayishida kamayadigan 4 yutilish chiziqlari atrofida kuzatiladigan MAD 4'' xususiyatlari uchun amalga oshiriladi. Shuni qayd etish qiziqki, $T = 90$ K da berilgan yutilish chiziqlari atrofida o'lchangan MKD 4'' xususiyatlari spektral bog'liqligi (1-rasm) yuqorida ko'rilgan 2'' xususiyatlarining spektral bog'liqligidan ancha farq qiladi va spektrning berilgan sohasidagi MAD dagi "diamagnet" xissaga tegishli bo'lgan MAD ning ikkita qarama-qarshi (ishorasi bo'yicha) spektral bog'liqligi superpozitsiyasi bilan modellashtirilgan bo'lishi mumkin (1 -rasmdagi qo'shimcha rasmga qarang). KTF krsistali MAD dagi 2'', 4'' va 6'' larning yuqorida ko'rib chiqilgan "diamagnet" xissalari magnitoptik-faol o'tishlarda yuzaga keladi. Bu o'tishlar asosiy multiplet 7F_6 ning asosiy dubleti Zeeman quyi sathlari va uyg'otilgan multiplet 5D_4 da yotuvchi dublet va singlet lar shtark quyi sathlari orasida amalga oshadi. Shunday qilib, MAD ning past temperaturali spektrlari va KTF kristali optik yutilish spektrlarini birgalikda ko'rib chiqish natijalari C_{4v} simmetriyasi kristall maydonida bo'lgan Tb^{3+} ioni 7F_6 va 5D_4 multipletlari energetik spektrlarida dublet larning mavjudligini (va ularning larini) aniqlash imkonini beradi.

Xulosa Shunday qilib, yuqorida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari quyidagi xulosalar chiqarishga imkon berdi:

1. Ishda $T = 90$ K temperaturada $4f-4f$ bilan $20800-20000$ cm^{-1} diapazonda lokalizatsiyalangan ta'qiqlangan ${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_6$ o'tish bog'langan yutilish (nurlanish) polosasida KTb_3F_{10} kristallarida magnet aylanma dixroizmi (MAD) spektrlarining pretsizion tadqiqotlari muvaffaqiyatli bajarilgan.

2. KTF kristalli MAD quyi temperaturaviy spektrlarini ko'rib chiqishda 7F_6 multipletining energetik spektrida tetragonal simmetriyaning kristall maydonida joylashgan Tb^{3+} ioni 5D_4 multipletida dubletlarining mavjudligi aniqlandi.

3. Tetragonal simmetriyaning kristall maydon bilan ajratilgan va Tb^{3+} ionida ham optik nurlovchi ${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_6$, ham absorbsion ${}^7F_6 \rightarrow {}^5D_4$ o'tishlarda kombinatsiyalanuvchi multipletlari shtark quyi sathlari to'liq funksiyalarining qo'llanilishi asosida KTF kristalining magnet optik xossalariga realistik tushuntirishlar berildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. E. U. Condon and G. H. Shortley, The Theory of Atomic Spectra, Cambridge Univ. Press, New York, 1935.
2. U.V. Valiev, J.B. Gruber, G.W. Burdick. Magneto-optical Spectroscopy of the Rare- Earth Compounds: Development and Application, (Scientific Research Publishing, USA, 2012), 139 p.
3. N.V. Starostin, P.P. Feofilov. UFN, 97 (4), 621 (1969). DOI: 10.3367/UFNr.0097.196904c.0621 [N. V. Starostin, P.P. Feofilov. Sov. Phys.Usp.,12(2),252(1969).DOI: 10.1070/PU1969v012n02ABEH003936]
4. V.S. Zapasskiy, P.P. Feofilov. UFN, 116 (1), 41 (1975). DOI: 10.3367/UFNr.0116.197505b.0041 [V.S. Zapasskii, P.P. Feofilov. Sov. Phys.Usp.,18(5),323–342(1975). DOI: 10.1070/PU1975v018n05ABEH00
5. <http://msu.ru>
6. <http://nuu.uz>