

MAGNETO - OPTIK HODISALAR

N.A. Razzoqov¹, Sh.Sh. Fayziyev² M.Z. Sharipov³

Buxoro Davlat Universiteti¹

Buxoro Davlat Universiteti³

Buxoro Muhandislik Texnologiya Instituti³

(Aniq fanlar yo'nalishi <tel:+998997138068>)

Annotatsiya: Fizikaning magnit maydon ta'sirida moddalarning optik xususiyatlari o'zgarishini o'rganuvchi bo'limi magnitoptika deb ataladi. Magnitoptik effektlarning xususiyligi muhitda elektr maydon yoki deformatsiya ta'sirida yuzaga keladigan chiziqli optik anizotropiyali magnit maydonda unga perpendikulyar bo'lgan tekislikda ikkita yo'nalishning noekvivalentligi bilan bog'liq bo'lgan sirkulyar anizotropiyaning yuzaga kelishidadir. Bu muhim xususiyat magnit maydonning aksialligi natijasidir.

Kalit so'zlar: Magneto-optik hodisalar, Faradey effektini kuzatish va magneto-optikani qo'llash sohalari, Faradey effektini klassik tushuntirish,

1.Magneto-optik hodisalar

Yorug'likning magnitlangan moddalar bilan o'zaro ta'siri paytida yuzaga keladigan hodisalar magneto-optik deb nomlanadi. Birinchi magneto-optik effekt Maykl Faradey tomonidan kashf etilgan (1791-1867). «Men yorug'lik nurlari va magnit maydon chizig'ini yoritib elektrlashtirishga muvaffaq bo'ldim », - deb yozgan u kundaligida. Faraday effekti chiziqli qutblangan nurning qutblanish tekisligi joylashgan shaffof muhit orqali bo'ylama magnit maydonda o'tishi. Mashhur risola ichidagi "Nurdagi magnit ta'sir" bobida, Maksvell Faradeyning tajribasini tasvirlaydi:

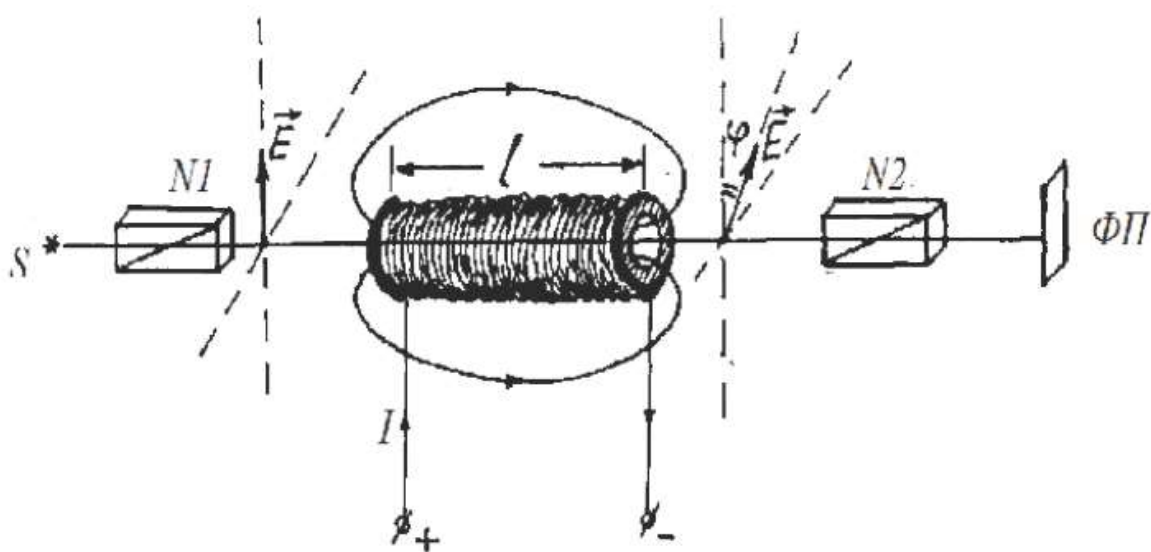
"Nur tekis shaffof diamagnit muhit orqali qutblangan nur uzatiladi, va chiqishda uning qutblanish tekisligi muhitdan analizatorning pozitsiyasini kuzatish

orqali o'rnatiladi. Keyin shaffof muhit ichidagi magnit kuchning yo'nalishi nur yo'nalishiga to'g'ri keladigan tarzda harakat qiladigan magnit kuch qo'llaniladi.

Yorug'lik darhol yana paydo bo'ladi, lekin analizator yoqilganda yorug'lik yana ma'lum bir burchak bilan kesiladi. Bu magnitning ta'sirini ko'rsatadi. Nurni uzish uchun kuch o'qi sifatida olingan nur atrofida qutblanish tekisligining aylanishidan iborat bo'lgan burchak bilan o'lchangan ma'lum bir burchak bilan analizatorni burish kerak, »[1]. Dastlab, bu kashfiyot faqat nazariy ahamiyatga ega edi, ammo keyingi o'n yilliklarda ko'plab amaliy dasturlar paydo bo'ldi.

Keyinchalik, boshqa magneto-optik effektlar ham topildi: Kerr effekti (1876, qutblanish tekisligining aylanishi yoki yorug'lik intensivligining o'zgarishi, magnitlangan ferromagnit oynadan aks ettirilgan), Zeeman effekti (1896, magnit maydonda spektral chiziqlarning bo'linishi), Kouton-Mouton effekti (1901, ko'ndalang magnit maydonidagi magnit juftlik sinishi). Nazariy va eksperimental fizikada magnit maydonning materiyaning optik xususiyatlariga ta'sirini o'rganadigan yangi ilmiy yo'nalish - magneto-optikasi paydo bo'ldi.

2. Faradey effektini kuzatish va magneto-optikani qo'llash sohalari



1. Faradey effektini kuzatish

Faradey effektini kuzatish uchun qurilmaning sxematik diagrammasi ko'rsatilgan 1-rasm. Zanjir S yorug'lik manbai, qutblantiruvchi N, analizator N2 va

fotodetektor FP (fotodiod yoki fototizuvchi). Sinov namunasi polarizator va analizator orasiga joylashtirilgan (rasmda ko'rsatilmagan). Uzunlamasına magnit maydon elektromagnit tomonidan hosil bo'ladi, unda oqim I oqadi. Polyarizatsiya tekisligining burilish burchagi analizatorning tiklanishigacha burilish burchagi bilan o'lchanadi. magnit maydon yoqilganda yorug'likning to'liq yo'q bo'lib ketishi kuzatiladi.

2-rasm tomonidan ishlab chiqarilgan Faraday effektini kuzatish uchun Lambda-Scientific tomonidan moslama ko'rsatilgan. O'tkazilgan nurning intensivligi Malus qonuni bilan belgilanadi:

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (1)$$

Bu yorug'lik modulyatsiyasi tizimlarida Faraday effektidan foydalanish imkoniyatining asosidir: φ burchagini o'zgartirib, I intensivligini o'zgartirish mumkin. Magnit aylanish Faraday-Verde qonuni bilan miqdoriy tavsiflanadi:

$$\varphi = VBl \quad (2)$$

bu erda B - magnit maydon induksiyasi, l - magnitlangan namunaning uzunligi, V - chastota va haroratga bog'liq holda Verdet konstantasi. Atrof-muhitning mikroskopik parametrlari orqali ifoda etilgan doimiy Verde bo'lishi mumkin.



2-rasm. Faraday effektini kuzatish uchun o'rnatishni umumiy ko'rinishi

Magneto-optik Faraday effektining muhim xususiyati uning o'zaro bog'liqligi, ya'ni yorug'lik nurining qaytaruvchanlik printsiplini buzishidir. Tajriba shuni

ko'rsatadiki, yorug'likning tarqalish yo'nalishini teskari tomonga (yo'lda) o'zgartirish "Orqaga") xuddi shu burilish burchagini va "oldinga" yo'lda xuddi shu yo'nalishda beradi. Shuning uchun, polarizator va analizator o'rtasida yorug'lik nurining bir necha marta o'tishi bilan effekt to'planadi. Magnit maydon induksiyasining yo'nalishini o'zgartirish, aksincha, aylanish yo'nalishini o'zgartiradi. Atrof muhit bilan unda tarqaladigan chiziqli polarizatsiyalangan nurning qutblanish tekisligini aylantirish qobiliyatiga girotropik deyiladi.

Magneto-optik hodisalarga qiziqish ularni fizikada (optikada), optik aloqa tizimlarida, axborotni saqlash qurilmalarida, hisoblash tizimlarida, strukturaviy kimyo va elektronikada qo'llash bilan bog'liq. Mana ba'zi ushbu effektlardan foydalanish uchun ko'rsatmalar:

- zaryad tashuvchilarning samarali massasini va ularning yarimo'tkazgichlardagi konsentratsiyasini aniqlash;
- yarim o'tkazgichlarning tarmoqli tuzilishini o'rganish;
- optik aloqa liniyalarida lazer nurlanishining amplituda modulyatsiyasi;
- o'zaro bog'liq bo'lmagan optik elementlarni ishlab chiqarish;
- molekullarning tuzilishini o'rganish;
- ferromagnit plyonkalarda va massiv ferromagnitlarda domenlarni kuzatish;
- magneto-optik yozuv va ma'lumotni ko'paytirish.

Odatda qutblanish tekisligining burilish burchagi juda kichik (Verdet doimiysi $V \sim$ bir nechta rad $-Tl-1 \cdot m-1$). Shu bilan birga, zaif aylanadigan moddalar uchun ham Faraday aylanishini ishonchli o'lchashga imkon beradigan yuqori sezgir tajriba o'lchov texnikasi mavjud.

3. Faradey effektini klassik tushuntirish

Frenelning fikriga ko'ra, nurning qutblanish tekisligining aylanishi tufayli dumaloq ikki marta sinish paydo bo'ladi. Chiziqli polarizatsiyalangan to'lqin ikki dumaloq qutblangan yarim amplituda chap va o'ng qutblanish to'lqinlarning yig'indisi sifatida ifodalanishi mumkin.

Burilish burchagi quyidagicha:

$$\varphi = \frac{\pi l}{\lambda} (n_{\text{chap}} - n_{\text{o'ng}}) \quad (3)$$

bu erda l - optik faol qismning uzunligi;

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\omega} \text{ - vakuumdagi yorug'lik to'lqin uzunligi}$$

$n_{\text{chap}}, n_{\text{o'ng}}$ "chap" va "o'ng" to'lqinning sinishi ko'rsatkichlari.

Tabiiy optik faollikda molekulalarning assimetriyasi yoki kristall panjarasi tufayli $n_{\text{chap}} \neq n_{\text{o'ng}}$ tengsizlik vujudga keladi. "Chap" va "O'ng" to'lqin bunday muhitda turli tezliklarda tarqaladi. Optik holatida magnit maydon tomonidan induksion manit maydon dumaloq qutblangan komponentlarning burchak tezliklari $\omega \pm \omega_L$ ga teng, ya'ni ular qiymati bilan farq qiladi.

$$\Delta \omega = 2 \omega_L = \frac{eB}{m}$$

Bu yerda ω_L - Larmor prekretsiyasining chastotasi e va m elektron zaryadi va massasi $B = \mu\mu_0 H$ doimiy magnit maydon

Zaif magnitli vosita uchun magnit o'tkazuvchanligi $\mu \approx 1$. Mediya dispersiv, ya'ni sinish ko'rsatkichi chastotaga bog'liq.

Shuning uchun

$$n_{\text{nes}} - n_{\text{np}} = \frac{dn}{d\omega} \Delta\omega = \frac{dn}{d\omega} \frac{eB}{m_e}$$

Ushbu ifodani (3) ga almashtirib hisoblaymiz, $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega}$ c -yorug'likning vakumdagi tezligi.

$$\varphi = \frac{e}{2m_e c} \omega \frac{dn}{d\omega} l B. \tag{4}$$

(4)ni (2) bilan taqqoslab **Verde** doimiysi ifodasini topamiz.

$$V_n(\omega, T) = \frac{e}{2m_e c} \omega \frac{dn}{d\omega}. \tag{5}$$

Oxirgi munosabat Bekkerel formulasi, V_n esa normal Verde doimiysi deb ataladi. Osilatorlarning tabiiy chastotasi ω_0 ning bevosita yaqinida, Faraday effekti

ancha murakkab qonunlarga bo'ysunadi (tebranuvchi elektron harakatining tenglamasida amortizatsiya hisobga olinishi kerak).

Dumaloq qutblangan to'lqinlar uchun bo'ylama magnit maydon tarqalishini unutmang, dispersiya egri chizig'i va spektral chiziq konturi yutilishlar magnit maydon yo'qligidagi kabi bir xil shaklga ega bo'lib, faqat chastota shkalasi bo'ylab "o'ng" to'lqin uchun w_L ga o'ngga va "chap" to'lqin uchun chapga w_L siljish bilan farq qiladi.

Adabiyotlar

[1] Marvin J. Freiser, A Survey of Magneto optic, IEEE Transactions on Magnetics 4, № 2, (1968) 152–161-betlar;

[2] Štefan Višňovskiy, Magnit ko'p qatlamli va nanostrukturalarda optika, CRC Press, Taylor & Frensis, (2006), 1-9-betlar;

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Faraday_effect;

[4] N. F. Xarchenko, A. V. Bibik, V. V. Eremenko, antiferromagnit CoF₂dagi yorug'likning qutblanish tekisligining kvadratik magnit aylanishi, Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz. 42, No 11, (1985), 447–449-betlar;

[5] Y. B. Xu, S. M. Tompson, Spintronik Materiallar va Texnologiyalar, Teylor & Frensis, Materialshunoslik va muhandislik seriyasi, (2007), 4-bet;

[6] Teodor C. Oakberg, Magneto-Optic Kerr Effect, Hinds Instruments, Fotoelastik modulyatorlar – Ilovaga eslatma (www.hindinstruments.com);