

YORUG'LIKNING QUTBLANISHI

Obidova Zuhra Nasriddinovna

Shermatov Yorqinbek Ikromjon o'g'li

Abdusalomov Shahzod Farhod o'g'li

Guliston davlat universiteti talabalari

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10906828>

ARTICLE INFO

Received: 31st March 2024

Accepted: 31st March 2024

Published: 2nd April 2024

KEYWORDS

Yorug'lik qutblanishi, yorug'lik, nur, to'lqin, intensivlik, turmalin, qaytish, sinish, polyarizator, polyaroidlar, elliptik, doiraviy.

ABSTRACT

Ushbu maqolada yorug'likning qutblanish, uning qonuniyatlari va bu borada olib borilgan izlanishlar bayon qilingan. Bundan tashqari ko'plab taxliliy mulohazalar berilgan.

Yorug'likning elektromagnitik nazariyasidan yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqinlar ekanligi bevosita kelib chiqadi. $\vec{E}$, $\vec{H}$, $\vec{v}$ iborat uch vektor o'zaro perpendikulyar bo'lib elektromagnit to'lqin ko'ndalang to'lqindir.

Arago, Frenel, Yunqlar yorug'lik to'lqini ko'ndalang to'lqin bo'lsa kerak, degan xulosaga kelganlar. Yorug'lik manbalarining ko'pchiligidan, masalan, cho'g'langan jismlardan chiqqan yorug'likda tebranishning ko'ndalangligini ayon qiluvchi xossalar bevosita sezilmaydi. Yorug'lik to'lqinining ko'ndalang ekanligi faqat yorug'lik qandaydir o'zgarishga duchor bo'lganda, masalan shaffof muhit chegarasidan qaytganidan so'nggina payqash mumkin.

Tushish tekisliklari S , S^1 bir-biriga parallel bo'lganda CD nur maksimal intensivlikka ega bo'ladi, perpendikulyar bo'lganda minimal intensivlikka ega bo'ladi.

Shunday qilib, yorug'lik bir marta qaytgandan so'ng qaytgan nurlar intensivligi tushish tekisligining orientatsiyasiga (yo'nalishiga) bog'liq ekani sezila boshlaydi. Bunday xossaga ega bo'luvchi yorug'lik qutblangan yorug'lik deb ataladi. Malyus (1808) qutblanish terminini birinchi bo'lib kiritdi.

Yorug'likni turmalin orqali tarqalishi.

Turmalin bir o'qli kristallar jumlasiga kiradi. Ikkita turmalin plastinkasini olamiz. Agar biz tabiiy yorug'lik yo'nalishiga bu plastinkalarni joylashtirsak quyidagi manzarani kuzatamiz:

Bu ikkala plastinkaning bir-biriga nisbatan tutgan vaziyati qanday bo'lishiga qarab ulardan o'tuvchi yorug'likning intensivligi o'zgaradi. Agar parallel bo'lsa intensivlik eng katta bo'ladi. Agar perpendikulyar bo'lsa intensivlik nolga teng bo'ladi. (Ya'ni yorug'lik butunlay tutilib qoladi). Plastinkalarning bu oraliq vaziyatida intensivlik ham eng katta qiymati bilan nol qiymati oraliq'ida bo'ladi. (max-nol).

Tajribani ko'rsatishicha intensivlik $\cos^2\alpha$ ga proporsional

$$I = I_0 \cos^2\alpha$$

α - ikkala plastinka o'qlari orasidagi burchak.

Agar quyidagi gipotezalarni qabul qilsak bu hodisani to'liq izohlab berish mumkin.

- birinchidan yorug'lik to'lqinlarini ko'ndalang to'lqinlar deb faraz qilamiz.
- ikkinchidan turmalin faqatgina ko'ndalang vektorlardan biri $\vec{E}$ ya'ni kristall o'qiga parallel yo'nalgan vektornigina o'tkazadi.

Ikkinchi plastinkaga qutblanib bo'lgan yorug'lik yetib boradi. Ikkinchi plastinkaning vaziyati qanday bo'lishiga qarab qutblangan bu yorug'likning oz yoki ko'p qismi o'tadi. Kelgusida biz yo'nalishi yagona bo'lgan yorug'likni yassi qutblangan yoki chiziqli qutblangan yorug'lik deb ataymiz.

Elektr vektori joylashgan tekislik qutblangan yorug'likning tebranish tekisligi deb magnit vektori joylashgan tekislik ba'zan qutblanish tekisligi deb ataladi. Bundan buyon biz hamma joyda tebranish yo'nalishi deganda elektr vektorining yo'nalishini nazarda tutamiz.

Turmalin kristali bilan qilingan tajribaning mexanik modelini ham qarash mumkin.



1- rasm. Yorug'lik qutblanishining namunasi.

Yorug'likning qaytishda va sinishda qutblanishi.

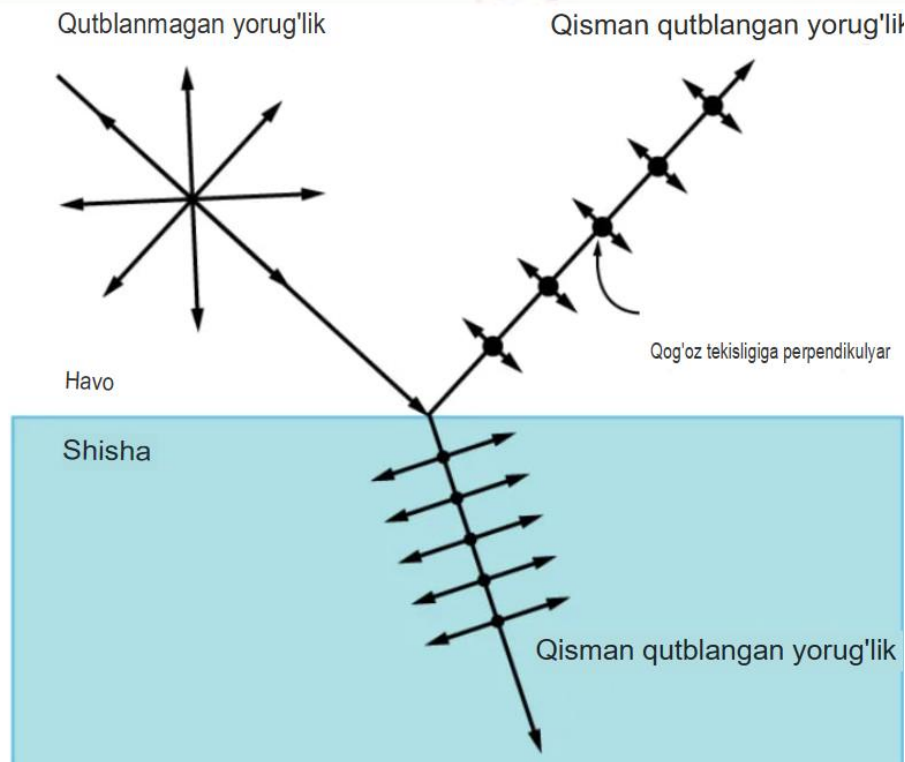
Tabiiy yorug'lik manбайдan tarqalayotgan yorug'lik qutblanmagan bo'ladi, ya'ni barcha yo'nalishlardagi tebranishlar mavjud bo'ladi.

Tabiiy yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi n_1 va n_2 bo'lgan ikki muhitning yondashish chegarasidan o'tishini qaraylik.

U qisman qaytadi ($1'$) va qisman sinadi ($1''$). Tajribalar $1'$ va $1''$ nurlar qisman qutblangan ekanliklarini ko'rsatdi. Lekin $1'$ va $1''$ nurlar o'zaro perpendikulyar bo'lgan holda qaytuvchi nur to'la qutblangan bo'lib, uning tebranishlari tushish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda sodir bo'ladi. (Bu tekislik rasmda nuqtalar yordamida ko'rsatilgan). Singan nur esa qisman qutblangan bo'ladi.

Geometrik optika qonunlariga asosan, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi $n_{2,1}$ qiymati tushish burchagining sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$n_{2,1} = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (1)$$



2- rasm. Bruster qonuni chizmasi.

Ikkinchi tomondan rasmdan foydalanib

$$i + r = \frac{\pi}{2}.$$

Shuning uchun (1) ni quyidagicha o'zgartirib olamiz.

$$n_{2,1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\sin \frac{\pi}{2} - i} = \frac{\sin i}{\cos i} = \operatorname{tgi} \quad (2)$$

$$\operatorname{tgi} = \frac{n_2}{n_1};$$

Bu munosabat Bryuster qonuni deb, i burchakni esa Bryuster burchagi (yoki to'la qutblanish burchagi) deb yuritiladi.

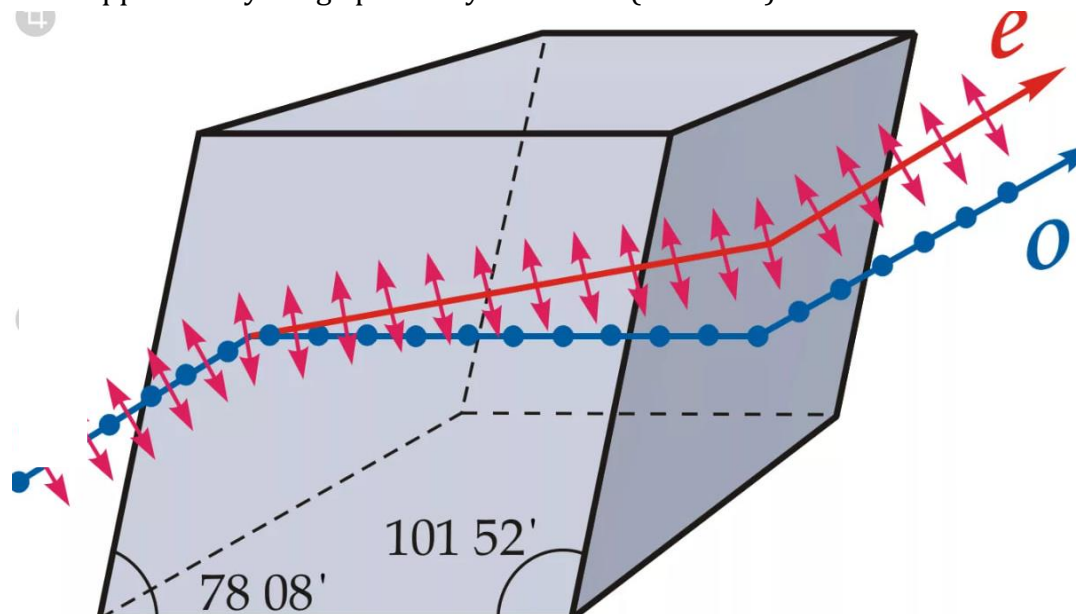
Masalan, shisha uchun ($n=1,53$) Bryuster burchagi 56° ga yaqin. Boshqacha qilib aytganda tabiiy yorug'lik nuri shisha plastinkaga 56° burchak hosil qilib tushurilsa qaytgan nur tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishda to'la qutblangan bo'ladi.

Bryuster qonunining fizik mohiyatini batafsilroq tushunaylik. Yorug'likning qaytishi va sinishi ikki dielektrik chegarasida emas, balki vakuum bilan dielektrik chegarasida ro'y berayotgan holda qaraylik. Tushayotgan yorug'lik elektr maydoni ta'sirida dielektrik tarkibidagi elektronlar tebranma xarakterga keladi. Tebranuvchi elektronlar o'z navbatida ikkilamchi kogerent to'lqinlarni nurlantiradi. Ikkilamchi to'lqinlar birlamchi to'lqinlar bilan kogerentdir. Bu to'lqinlar o'zaro interferensiyalashishi tufayli qaytgan va singan nurlarning yo'nalishlaridan tashqari barcha yo'nalishlardagi tebranishlar so'nadi. Elektron nazariya qaytgan va singan nurlarning tabiatini shu tarzda tushuntiradi.

Yorug'likning ikkiga ajralib sinishidagi qutblanish.

Fizik xususiyatlari yo'nalishlariga bog'liq bo'lmagan muhit izotrop muhit deb, aksincha yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan muhit anizotrop muhit deb ataladi. Izotrop muhitda (masalan, shisha plastinkada) yorug'likning sinishi Snellius qonuni deb ataluvchi sinish qonuniga bo'ysinadi, ya'ni

- 1) singan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi.
- 2) tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati ikkala muhit uchun o'zgarmas kattalik. Bu nisbat shu muhitning sindirish ko'rsatkichiga teng. Anizotrop muhitda, ya'ni anizotrop kristallarda (masalan, Island shpatida) yorug'lik singanda manzara o'zgacha bo'ladi. Tabiiy nur K kristallning A nuqtasiga tushgach ikki nur AB va AC larga ajraladi. Bu nurlar kristaldan chiqqach tabiiy nurga parallel yo'nalishda (BD va CE) davom etadilar.



3-rasm. Kristallarda yorug'lik qutblanishi.

Kristalda nurlarning sinishi tekshirilganda quyidagilar aniqlandi.

- 1) Singan nurlardan biri AB Snellius qonuniga to'la bo'ysunadi.
- 2) Ikkinchi nur esa AC Snellius qonuniga bo'ysunmaydi.

Shuning uchun AB oddiy nur deb, AC esa g'ayrioddiy nur deb nom olgan. Tekshirishlarning ko'rsatishiga bu nurlar yassi qutblangan ekan. Lekin ularning tebranishlari o'zaro perpendikulyar tekisliklarda sodir bo'ladi. Bundan tashqari island shpatining sindirish ko'rsatkichi oddiy nur uchun 1,658 ga g'ayrioddiy nur esa nurning yo'nalishiga bog'liq bo'lib kristalning optik o'qi (0 0') yo'nalishida 1,658 ga kristalning optik o'qiga perpendikulyar yo'nalishda 1,486 ga tengligi aniqlangan. Oddiy va g'ayrioddiy nurlarning sindirish ko'rsatkichlari bir-biridan farqlanganligi uchun bu nurlarning kristaldagi sinish burchaklari ham farqlanadi. Natijada oddiy va g'ayrioddiy nurlar bir-biridan ajralib davom etadi.

Polyarizatorlar.

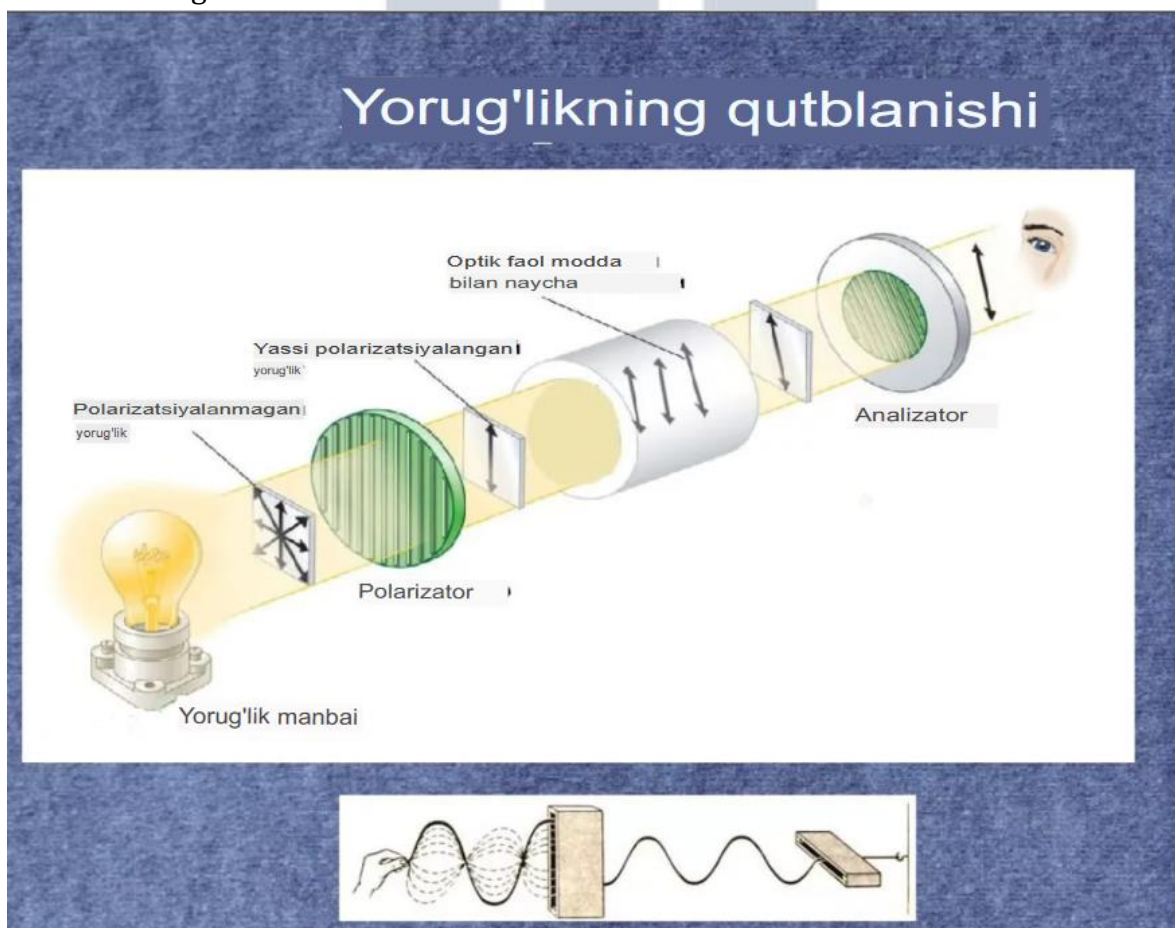
Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik olish uchun shunday sharoitlar yaratish kerakki, bu sharoitlarda yorug'lik to'liqlinining Ye vektori muayyan aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlarni o'zida mujassamlantirgan qurilmalarga polyarizatorlar deyiladi. Tushayotgan yorug'lik nurlari bilan Bryuster burchagi hosil qiladigan tarzda joylashtirilgan dielektrikning yassi sirtidan polyarizatorlar sifatida foydalanish mumkin. Shisha plastinka uchun Bryuster burchagi 56° teng. Bunday sharoitda qaytgan nur to'liq qutblangan bo'ladi.

Singan nur esa qisman qutblangan. Agar o'zaro parallel plastinkalar dastasidan foydalansak yorug'lik bu plastinkalardan ko'p marta singandan so'ng amalda to'liq qutblangan bo'ladi.

Polyaroidlar polyarizatorlar sifatida ishlatildi.

Polyarizatorlardan faqat qutblangan yorug'lik olish uchun emas, balki nurni qutblangan yoki qutblanmagan ekanligini aniqlashda ham ishlatiladi. Bu maqsadda ishlatilgan polyarizatorlar analizatorlar deb yuritiladi. Qalinligi 1 mm bo'lgan turmalin plastinkasida oddiy nur yutilib, undan faqat g'ayrioddiy nurlar chiqadi. Demak bunday anizotrop kristallarda ikkiga ajralib singan nurlardan biri o'z-o'zidan yo'qoladi. Bu esa ulardan polyarizatorlar sifatida foydalanish imkonini beradi. (dixroizm)

Yorug'likning intensivligi amplituda kvadratiga proporsional bo'lganligi uchun ($I \sim E^2$);
 $I = I_0 \cos^2 \alpha$ munosabatni yoza olamiz. Bu ifoda Malyus qonunini ifodalaydi. Analizatoridan o'tgan Yorug'lik intensivligi analizator va polyarizatorning optik o'qlari orasidagi burchak $\cos$ ning kvadratiga proporsionaldir. Malyus o'zining qonunini yorug'likni to'lqin emas, balki korpuskulyar deb tasavvur qilish asosida chiqargan keyinchalik Arago tomonidan o'tkazilgan fotometrik o'lchashlar Malyus qonunini to'g'riligini tasdiqlaydi. Oraliq vaziyatlarda plastinka optik o'qlari orasidagi burchak $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lgan analizatoridan o'tgan yorug'lik intensivligi $0 < I < I_0$ intervalda o'zgaradi.



Optik anizotropiyani sun'iy ravishda hosil qilish.

Shaffof jismni siqish (yoki cho'zish) natijasida o'ziga xos shunday xususiyat yuzaga keladiki, u optik o'qi siqilishi (yoki cho'zilishi) yo'nalishida bo'lgan kristallni eslatadi.

Shuning uchun jism mexanik deformatsiya natijasida kvazikristalga aylanadi deyish ham mumkin.

T.Zeebek va D.Bryuster mexanik deformatsiya ta'siri tufayli izotrop materiallarda yorug'likning ikkiga ajralib sinishini kuzatdilar. Tajribalardan aniqlanishicha optik o'qqa perpendikulyar yo'nalishlardagi oddiy va g'ayrioddiy nurlarning sinish ko'rsatkichlarining farqi jismga ta'sir etayotgan kuchlanish (jismning birlik ko'ndalang kesim yuzaga ta'sir etuvchi kuch ya'ni

$$\sigma = \frac{F}{S} \text{)ga proporsional.}$$

$$n_0 - n_e = R \cdot \sigma$$

σ - ko'ndalang kesim yuzi, R - shu jismlarning xususiyatlariga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Suyuq yoki gazsimon izotrop dielektrik elektr maydoniga joylashtirilgan anizotropiya vujudga kelishini J.Kerr aniqlagan. Shuning uchun bu hodisa Kerr effekti deb nom olgan. Bu hodisani o'rganish uchun qo'llaniladigan sxema quyidagicha

P-r va A-r oraliq'iga biron idishga solingan suyuqlik (masalan nitrobenzol) joylashtiriladi.

Suyuqlikka joylashtirilgan metal plastinkalarga potentsiallar farqi berilsa suyuqlik yorug'likni ikkiga ajratib sindirish xususiyatiga ega bo'ladi. Kerr effekti dielektrik qutblanishining samarasidir. Tashqi elektr maydoni ta'sirida dielektrik molekulalari elektr maydon yo'nalishiga nisbatan ma'lum yo'nalishda orientatsiyalanadi. Bu esa dielektrikni anizotropik xususiyatiga xususan optik anizotropiyaga erishishga sabab bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, elektr maydonga perpendikulyar yo'nalishdagi g'ayrioddiy va oddiy nurlar uchun qutblangan suyuqlik sindirish ko'rsatkichlarining farqi maydon kuchlanganligi bilan quyidagicha bog'langan.

$$n_e - n_0 = \beta \lambda E^2$$

β - Kerr doimiysi bu jismning tabiatiga va to'lqin uzunligiga, temperaturaga bog'liq.

Temperatura oshgan sari β kamayadi chunki yuqori temperaturada dezorientatsiya ham kuchayadi. Kerr effektida jismlarning anizotropik xususiyati keskin namoyon bo'ladi.

Masalan maydon ta'sir etgan zamon (10⁻⁹ s vaqt ichida) jism anizotropik xususiyatiga erishadi. Maydon yo'qotilganda ham jism shunday tezlik bilan izotron holatini tiklaydi. Bu ajoyib xususiyati tufayli yorug'lik intensivligini tez o'zgartirish lozim bo'lgan texnikaning sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan tez kinoga olishda, (optik zotvor).

Kuchli magnit maydon (H) ta'sirida ba'zi izotrop jismlarda (suyuqlik, shisha va kolloidlar) optik anizotropiya vujudga keladi.

Bu hodisani E.Kotton va X. Mutonlar tekshirgani uchun ularning nomi bilan Kotton-Muton effekti deb yuritiladi. Ta'sirlovchi magnit maydon yo'nalishiga perpendikulyar ravishda tarqalayotgan g'ayrioddiy va oddiy nurlar uchun tekshirilayotgan jism sindirish ko'rsatkichlarining Formulasi

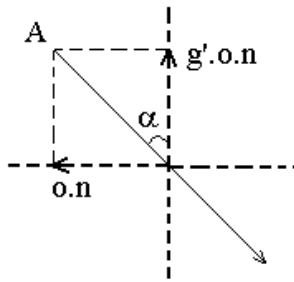
$$n_e - n_0 = C \lambda H$$

C - Kotton va Muton doimiysi bo'lib, u jismning tabiatiga va λ temperaturaga bog'liq bo'ladi.

Elliptik va doiraviy qutblangan yorug'likni olish va uni analiz qilish.

Tabiiy yorug'lik yo'lga Nikel prizmasini va undan keyin qalinligi d ga teng bo'lgan Island shpoti kristalidan K plastinkani joylashtiramiz. Ma'lumki K plastinkadan oddiy va g'ayriy oddiy birlariga tik qutblangan nurlar chiqadi.

Agar plastinka bosh o'qini Nikoldan chiqqan nurga (burchak bilan joylashtirsak, u holda odatdagi nur tebranish tekisligi bosh o'qga parallel joylashadi.



Odatdagi nur $b = A \sin \alpha$, g'ayriy oddiy nur $a = A \cos \alpha$ bo'ladi. Bular K plastinkaning d qalinligidan o'tgandan so'ng yo'llar farqi

$$\delta = n_o d - n_{g'o} d = (n_o - n_{g'o}) d$$

bo'ladi.

$$\text{Fazalar farqi } \Delta\varphi = k\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \delta.$$

Qalinlik d ni o'tgandan keyin tebranishlar

$$x = a \cos \omega t = A \cos \alpha \cos \omega t \text{ (g'ayriy oddiy nur uchun).}$$

$$y = b \cos(\omega t + \Delta\varphi) = A \sin \alpha \cos(\omega t + \Delta\varphi) \text{ (oddiy nur uchun).}$$

Natijaviy tebranish trayektoriyasini olish uchun bu ikki tenglamadan t vaqtni yo'qotsak

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 2 \frac{x}{a} \frac{y}{b} \cos \Delta\varphi = \sin^2 \varphi \quad (1)$$

ni olamiz. Bu tenglama elliptik tenglama bo'lib, uning formasi α , a, v, $\Delta\varphi$ -larga bog'liq.

Bu tenglama uchun quyidagi hollarni qaraymiz.

a). Plastinkani qalinligi shunday bo'lsinki yo'llar farqi $\delta = \frac{\lambda}{4}$ hosil qilsin. U holda faza farqi

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ teng bo'ladi va buni tenglamaga qo'ysak } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \text{ ellips teng}$$

olamiz.

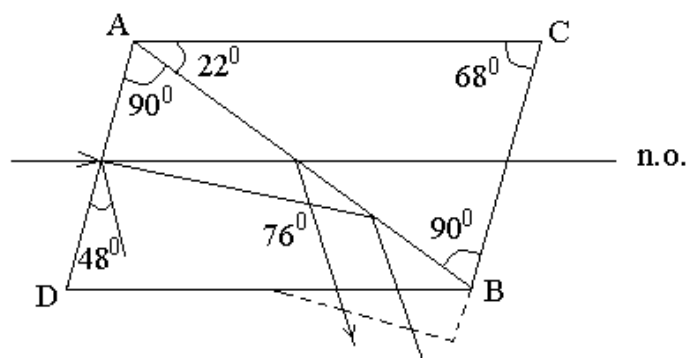
Agarda $a = A \cos \alpha$, $b = A \sin \alpha$ dan $\alpha = 45^\circ$ bo'lsa (Nikol prizmadan o'tgan qutblangan yorug'lik K plastinkaga 45° bilan tushurilsa) $a = b$ bo'ladi va ellips $x^2 + y^2 = a^2$ bo'lib aylanaga aylanadi. Natijada yorug'lik doira bo'yicha qutblangan yorug'likni olamiz.

v). $\delta = \frac{\lambda}{2}$ bo'lsa $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} = \pi$; (1) tenglamadan $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 0$ bo'ladi.

Bu 2 va 4 chorakda joylashgan to'g'ri chiziq tenglamasidir. Demak, yassi qutblangan yorug'lik olamiz.

s). $\delta = 1 \cdot \lambda \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \lambda = 2\pi$;

$\frac{x}{a} - \frac{y}{b} = 0$ bu holda 1 va 3 chorakda joylashgan to'g'ri chiziq tenglamasidir. Birinchi va uchinchi chorakda joylashgan yassi qutblangan yorug'lik olamiz.



Yorug'likning qutblanishi - yorug'lik to'lqinlarining ma'lum bir tekislikda tarqaladigan hodisasi ekanligini asoslab berildi. U turli sabablarga ko'ra yuzaga kelishi mumkin, masalan, sirtdan aks etish yoki anizotrop muhitdan o'tish. Polarizatsiyalangan yorug'lik optika va texnologiyada ko'plab ilovalarga ega, shu jumladan polarizatsiya filtrlari, optik asboblari va displeylarni yaratish. Yorug'likning qutblanishini tushunish fizikani o'rganishning muhim jihati bo'lib, uni fan va texnikaning turli sohalarida qo'llash mumkin hozirgi kunning eng dolzarb muommalaridan biri ekanligini ko'rishimiz mumkin.

Adabiyotlar:

1. Zaylobidinovich, P. B., Mardon, N., Valijon, M., & Jurabek, R. (2018). Spectrum of the short circuit photo current of CdTe, CdTe: inphotololatic films depending on the temperature. *European science review*, 1(11-12), 108-110.
2. Abdulhaqova, M., Rahmanov, V., & Obidova, Z. (2023). OLIY O 'QUV YURLARIDA FIZIKANING ELEKTROMAGNIT TEBRANISH VA TO 'LQINLARGA OID LABORATORIYA ISHLARINI TASHKIL ETISH METODIKASI. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5 Part 2), 188-193.
3. Обидова, З., Рахмонов, В., Ганиева, Д., Кодиров, О., & Холмуродов, А. (2023). УМУТАБЛИМ МАКТАБ ФИЗИКА КУРСНИНГ ФАЛСАФИЙ МАСАЛАЛАРИНИ РОЛИ ВА АХАМИЯТИ. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5 Part 2), 53-60.
4. Bazabayevich, S., Raxmatovich, S. K., & Nasriddinovna, O. Z. (2022). Formation of probabilistic and statistical worldview among students in the process of teaching the topic "Absolute black body radiation" in groups of academic lyceums with indepth study of physics. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13.
5. Обидова, З. Н. (2023). Методологические вопросы физического образования в средней школе. *Информатика. Экономика. Управление/Informatics. Economics. Management*, 2(1), 0124-0131.
6. OBIDOVA, Z. (2020). Methodology of Science in the Formation of Knowledge Related to the Basic Laws of Physics Development. *International Journal of Pharmaceutical Research* (09752366).
7. Обидова, З., Турғунбоев, И., & Алиқулов, А. (2023). УМУМИЙ ЎРТА ТАБЛИМ МАКТАБ ЎҚУВЧИЛАРИНИНГ МЕТОДОЛОГИК БИЛИМ ВА МАЛАКАЛАРНИ ШАКЛЛАНТИРИШДА ФИЗИКА ЎҚУВ ПРЕДМЕТНИНГ МАНТИҚИНИНГ АХАМИЯТИ. *Евразийский журнал технологий и инноваций*, 1(5 Part 2), 258-261.
8. Zuhra, D. O. METHODOLOGICAL KNOWLEDGE OF THE HIGH SCHOOL PHYSICS COURSE IS A MEANS OF FORMING STUDENTS'PHYSICAL THINKING STYLE.

9. Rahmanov, V., Tarmashova, M., Qosimova, S., Imomqulov, O., & Abdurahmanova, S. (2023). OLIY O 'QUV YURLARIDA FIZIKA FANIDAN "ELEKTROMAGNIT TO 'LQINLARNING XOSSALARI" MAVZUSINI O 'TISHDA INTERAKTIV METODDAN FOYDALANISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(5 Part 2), 109-114.
10. Rahmanov, V., Firmamatov, M., Yusupov, N., & Norqobilov, B. (2024). OLIY O 'QUV YURLARIDA FIZIKA FANIDAN "VAN-DER-VAALS TENGLAMASI" MAVZUSINI O 'TISHDA INTERAKTIV METODDAN FOYDALANISH. Евразийский журнал технологий и инноваций, 2(1), 203-207.
11. Rahmanov, V., Davlatov, O. T., & Ashirov, S. (2023). QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING EKOLOGIK AXAMIYATINI FIZIKA DARSLARIDA O 'TISH USULI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 2(1 Part 2), 184-188.
12. Rahmanov, V., Sodiqov, A., Topiboldiyev, J., & Qahharboyeva, S. (2023). UMUMTA'LIM MAKTABLARIDA FIZIKA FANI MASSA VA ENERGIYA HAQIDA MULOHAZALAR. Евразийский журнал технологий и инноваций, 2(1 Part 2), 173-179.
13. Saidov, J., Nazarqulov, A., & Danaboyev, N. Z. (2024). ELEKTRON DIDAKTIK VOSITALAR YORDAMIDA BILIMLARNI SINASH MUAMMOLARI. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(2), 143-147.
14. Saidov, J., Irsaliyev, F., Elmurodova, G., & Rustamova, M. (2024). TALABALARNING MA'LUMOTLAR BAZASINI YARATISH BO 'YICHA BILIMLARINI BAHOLASH MEZONLARI. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(2), 131-134.
15. Saidov, J., Irsaliyev, F., Temirxolova, B., & Ismoilova, C. (2024). TALABALARNING BILIM OLISHGA BO 'LGAN QIZIQISHLARINI OSHIRISH MUAMMOLARI. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(2), 134-137.
16. Davlatov, O. T., Rahmanov, V., & Yo'ldosheva, M. (2024). UMUMTA'LIM MAKTABLARIDA O 'QUVCHILAR BILIMINI BAHOLASH VA NAZORAT QILISH METODI. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(1), 33-40.
17. Rahmanov, V., Firmamatov, M., Yusupov, N., & Norqobilov, B. (2023). MAKTAB O 'QUVCHILARIDA FIZIKA NAMOYISH TAJRIBALARIGA OID KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISHDA SINFDAN TASHQARI MASHG 'ULOTLARNING AHAMIYATI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 2(1 Part 2), 129-133.
18. Saidov, J., Matmusayeva, M., & To'rayeva, Z. (2024). AXBOROT TIZIMLARI VA ULARNING RIVOJLANISHI OMILLARI. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(4), 66-69.
19. Saidov, J. D. Study of the process of database and creation in higher education. Guliston. 2021.