

YORUG'LIKNING QUTBLANISHIGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

Tolegenova Madina Tolegenovna

Nizomiy nomidagi TDPU "Fizika va uni o'qitish metodikasi" kafedrasida o'qituvchisi

Po'latova Sayyora

Abdulakimova Gulira'no

Abdulakimova Umida

Nizomiy nomidagi TDPU talabalari

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7199913>

Annotatsiya. Mazkur maqolada Yorug'likning qutblanishiga doir masalalar yechish metodikasi haqida so'z boradi. Maqola davomida mavzuga doir turli masalalar va ularning yechimlari berib o'tilgan. Maqola so'nggida mavzu fikr-mulohaza va xulosalar bilan asoslangan.

Kalit so'zlar: to'lqinlar, tebranishlar, qutblangan yorug'lik, metodika, dielektrik muhit.

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ СВЕТА

Аннотация. В статье рассматривается метод решения задач, связанных с поляризацией света. В ходе статьи были приведены различные вопросы, связанные с темой, и пути их решения. В конце статьи тема построена на мнениях и выводах.

Ключевые слова: волны, колебания, поляризованный свет, методология, диэлектрическая среда.

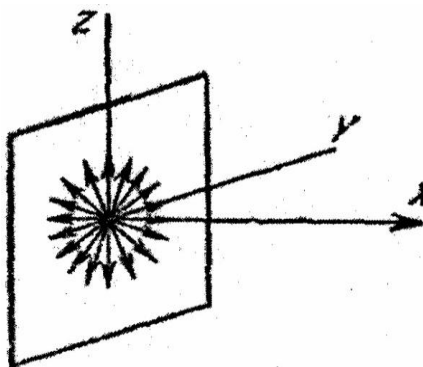
METHODOLOGY FOR SOLVING PROBLEMS RELATED TO POLARIZATION OF LIGHT

Abstract. This article deals with the method of solving problems related to the polarization of light. During the article, various issues related to the topic and their solutions were given. At the end of the article, the topic is based on opinions and conclusions.

Key words: waves, vibrations, polarized light, methodology, dielectric medium.

KIRISH

Tabiatda shunday to'lqinlar (yorug'lik to'lqinlari) mavjudki, ularda turli yo'nalishda tebranishlar yuz berayotgan bo'lib, ularning barchasi to'lqinning tarqalish yo'nalishiga tik bo'ladi. Masalan, hatto, juda kichik o'lchamga ega bo'lgan yorug'lik manbalarida atomlarning nurlanish jarayonida mikroskopik vibrator (atom)larning «o'qi» turlicha (xaotik) oriyentatsiyalangan bo'ladi. Agar to'lqinda barcha ko'ndalang tebranish amplitudalari bir xil bo'lsa, bunday to'lqin *tabiiy* (qutblanmagan) deyiladi (7.2- rasmga q.). Tabiiy yorug'lik to'lqini



7.2 - rasm

tabiiy yorug'lik manbalari (Quyosh, yoritish manbalari va h.k. lar)dan tarqaladi. Qutblangan yorug'likni tabiiy yorug'likdan sun'iy yo'l bilan (kristallar, qutblagich asboblaridan o'tkazib) hosil qilinadi.

Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik hosil qilish hodisasiga *yorug'likning qutblanish hodisasi* deb atash qabul qilingan.

Qutblangan yorug'likni hosil qilish usullaridan quyida ikkita (keng tarqalgan) turi bilan tanishib o'tamiz.

1. Qutblangan yorug'likni kristallar (masalan,

turmalin)dan o'tkazib hosil qilish.

2. Qutblangan yorug'likni ikki dielektrik muhit chegarasidan qaytarib va o'tkazib hosil qilish. Bu holda *to'liq qutblangan yorug'lik* yuzaga kelmaydi. Bunday vaqtda *qisman qutblangan yorug'lik* haqida gap boradi.

Yuqorida aytilganlardan ko'rinadiki, yorug'lik turli sharoitlarda turli darajada qutblanadi.

Yorug'lik to'liqlarining ko'ndalang ekanligi va qutblangan yorug'liklarning mavjudligi yorug'likning elektromagnit nazariyasi yuzaga kelguniga qadar ma'lum edi. Lekin faqat yorug'likning elektromagnit nazariyasi yuzaga kelgandan keyin tebranish ikkita o'zaro perpendikular tekislikda yuz berishi, bu ikkala tekislikda ikki xil \vec{E} va \vec{H} vektorlarining tebranishlari ma'lum bo'ldi (7.1 rasmga q.)

Rasmda yassi-qutblangan yorug'lik to'liqlinining sxematik ko'rinishi tasvirlangan.

Quyida shu mavzuga doir masalalar yechish metodikasini ko'rsatib o'tamiz

1- masala. Island shpatidan yarim to'liqin uzunlikli plastinka yasalgan bo'lib uning qalinligi $1,25 \cdot 10^{-4}$ sm. Ko'k rangdagi *o* va *e* nurlari ($\lambda = 0,46 \cdot 10^{-4}$ sm) uchun sindirish ko'rsatkichlarining farqi ($n_o - n_e$) ni toping.

$$\begin{aligned} \text{Berilgan:} \quad & \lambda = 0,46 \cdot 10^{-4} \text{ sm} \\ & l = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ sm} \\ & (n_o - n_e) - ? \end{aligned}$$

Yechilishi. Yorug'lik nurlari dastasining bir o'qli kristallga normal tushib, uning optik o'qi sindiruvchi sirtga parallel bo'lganda odatdagi (*o*) va odatdagi bo'lmagan (*e*) nurlar bitta yo'nalishda, lekin turli tezlikda ketadilar.

Agar, shunday plastinkaga qutblanish tekisligi plastinkaning bosh kesimi bilan 0 va $\frac{\pi}{2}$ dan farqli burchak ostida yassi qutblangan yorug'lik tushayotgan bo'lsa, plastinkada ikkala *o* va *e* nurlari yuzaga keladi, ular kogerent bo'ladilar. Plastinkada ularning yuzaga kelish momentida ular orasidagi fazalar farqi nolga teng bo'ladi, lekin u nurlarni plastinkaga kirib borishi bilan orta boradi. Bu fazalar farqini hisoblab chiqamiz. Har bir nur *l* qalinlikdagi plastinkadan o'tganida o'z fazasi bo'yicha $\frac{2\pi l}{\lambda}$ kattalikka orqada qolib boradi, bu yerda λ – berilgan nurning kristallardagi to'liqin uzunligi. Odatdagi nur uchun to'liqin uzunligi $\lambda_o = \frac{v_o}{\nu}$, bu yerda v_o – *O* nurning kristallda tarqalish tezligi, ν – tebranish chastotasi. $v_o = \frac{c}{n_o}$ bo'lgani uchun, $\lambda_o = \frac{c}{n_o \nu}$ bo'ladi, bu yerda n_o – *O* nurining sindirish ko'rsatkichi. Xuddi shunga o'xshash kristalldan o'tayotgan *e* nur uchun:

$$\lambda_e = \frac{c}{n_e \nu}$$

bo'ladi, bu yerda n_e – odatda bo'lmagan nurning sindirish koeffitsiyenti. Ikkala nur orasidagi fazalar farqi:

$$\Delta = \frac{2\pi l}{\lambda_o} - \frac{2\pi l}{\lambda_e} = \frac{2\pi l \nu}{c} (n_o - n_e) = \frac{2\pi l}{\lambda} (n_o - n_e)$$

Shunday qilib, $(n_o - n_e)$ hamda kristall qalinligi l lar qancha katta bo'lsa, ikkala nur orasidagi fazalar farqi ham shunchalik katta bo'ladi.

Agar plastinka qalinligini $\Delta = k\pi$ bo'ladigan qilib tanlab olinsa (bu yerda k – butun son) ikkala nur plastinkadan chiqib yana yassi-qutblangan nur hosil qiladi. k – juft bo'lganda plastinkadan chiqqan nurning qutblanish tekisligi plastinkaga tushgan nurning qutblanish tekisligi bilan bir xil bo'ladi (o'zaro mos tushadi), k – toq bo'lganda plastinkadan chiqqan nurning qutblanish tekisligi plastinkaga tushgan nurning tekisligiga nisbatan ga burilgan bo'ladi.

Plastinkaning eng kichik qalinligi (uni «yarim to'lqin uzunlik» plastinkasi deb ataladi) plastinkaga tushgan yassi-qutblangan yorug'likni qutblanish tekisligini $\frac{\pi}{2}$ ga burilgan yassi qutblangan yorug'likka aylantirib berishi:

$$\pi = \frac{2\pi l}{\lambda} (n_o - n_e)$$

tenglikdan topiladi. Bundan:

$$(n_o - n_e) = \frac{\lambda}{2l}$$

kelib chiqadi. Son qiymatlarni o'miga qo'ysak:

$$(n_o - n_e) = \frac{0,46 \cdot 10^{-4} \text{ sm}}{2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ sm}} = \frac{0,46}{2,5} = 0,184$$

Javob: $(n_o - n_e) = 0,184$ bo'ladi.

2-masala. Agar polarizator va analizatoridan o'tgan yorug'lik intensivligi sakkiz marta kamaygan bo'lsa, polarizator va analizator bosh tekisliklari orasidagi burchakni toping. Yorug'likning yutilishini hisobga olmang.

Berilgan: $I_2/I_0 = 0,125$

$\varphi - ?$

Yechilishi. Polarizator va analizatoridan o'tgan yorug'lik intensivligi Malyus qonuni:

$$I_2 = I_1 \cos^2 \varphi = 0,5 I_0 \cos^2 \varphi \tag{1}$$

bo'yicha o'zgaradi. Masalaning shartiga ko'ra: $\frac{I_2}{I_0} = 0,125$, ya'ni:

$$\frac{0,5 I_0 \cos^2 \varphi}{I_0} = 0,125$$

bu yerdan: $\cos^2 \varphi = 0,25$, $\cos \varphi = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$, $\varphi = 60^\circ$

Javob: $\varphi = 60^\circ$

Xulosa. Malyus qonuni ($I_2 = I_1 \cos^2 \varphi$) dan ko'rinadiki, polarizator va analizator o'qlari orasidagi burchak $\varphi = 90^\circ$ bo'lsa yorug'lik bunday sistemadan o'tmaydi, ya'ni $I_2 = 0$ bo'ladi.

3- masala. Shisha plastinkaga to‘liq qutblanish burchagi ostida tushayotgan tabiiy yorug‘likning qaytish koeffitsiyentini aniqlang. Shishaning sindirish ko‘rsatkichi $n = 1,5$. Plastinkaga o‘tgan yorug‘likning qutblanish darajasini toping. Yorug‘likning yutilishini hisobga olmang.

Berilgan:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 \\ n &= 1,5 \\ R - ? \quad P - ? \end{aligned}$$

Yechilishi. Masalaning shartiga ko‘ra yorug‘lik to‘liq qutblanish burchagi ostida tushgani uchun Bryuster qonuniga asosan:

$$tg\alpha_0 = n = 1,5$$

bundan: $\alpha_0 = 57$

To‘liq qutblanish burchagi:

$$\alpha_0 + \beta = \frac{\pi}{2}$$

shartidan aniqlangani uchun:

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha_0$$

bo‘ladi. Bu yerdan: $\alpha_0 - \beta = 57 - 33 = 24^\circ$.

Shuning uchun, to‘liq qutblanish burchagi ostida qaytgan yorug‘likda:

$$I_{\parallel} = \frac{1}{2} I_0 \frac{tg^2(\alpha - \beta)}{tg^2(\alpha + \beta)} = \frac{1}{2} I_0 \frac{tg^2 24^\circ}{tg^2 90^\circ} = 0;$$

$$I_{\perp} = \frac{1}{2} I_0 \frac{\sin^2 24^\circ}{\sin^2 90^\circ} = 0,083 I_0$$

Tebranish faqat yorug‘likning tushish tekisligiga perpendiular yo‘nalishda sodir bo‘ladi, ya’ni:

$$I_R = I_{\perp} = 0,083 I_0,$$

yorug‘likning qaytish koeffitsiyenti:

$$R = \frac{I_R}{I_0} = \frac{I_{\perp}}{I_0} = 0,083.$$

Javob: $R = 0,083$. Demak, shishaga tushayotgan tabiiy yorug‘likning faqat 8,3% qaytar ekan.

Masalaning javobidan ko‘rinadiki, 8,3% qaytgan yorug‘lik E vektorining tebranish yo‘nalishi tushish tekisligiga perpendikular bo‘lganlari, shuning uchun shisha plastinkaga yorug‘lik energiyasining 41,7% o‘tadi, Evektorining tebranish yo‘nalishi yorug‘likning tushish tekisligida yotganlari uchun yorug‘lik energiyasi barcha tushgan energiyaning 50% ini tashkil

etadi. Bularning hammasi turlicha plastinkaga o'tadi, chunki bular uchun $R = 0$. Demak, plastinkaga o'tgan yorug'lik nurlarining intensivligi:

$$I_p = I_{\parallel}^I + I_{\perp}^I = 50\% + 41,7\% = 91,7\%$$

bundan, plastinkaga o'tgan nurlarning qutblanish darajasi.

$$P = \frac{I_{\parallel}^I - I_{\perp}^I}{I_{\parallel}^I + I_{\perp}^I} = \frac{50\% - 41,7\%}{50\% + 41,7\%}$$

ga teng.

Javob: $P = 9,1\%$.

4- masala. Tabiiy yorug'lik muz sirtiga normal tushmoqda. Agar muzning sindirish ko'rsatkichi $n = 1,31$ bo'lsa, muzning qaytarish koeffitsiyentini aniqlang.

Berilgan: $n = 1,31$

$R = ?$

Yechilishi. Qaytgan yorug'likda elektr (shuningdek magnit) vektorining tebranishlari mavjud bo'lib, ular yorug'likning tushish tekisligiga ham perpendikular, ham parallel bo'ladilar, biroq bu tebranishlarning I_{\perp} va I_{\parallel} intensivliklari qaytgan yorug'likda turli xil bo'lib, Frenel formulalari:

$$\left. \begin{aligned} I_{\perp} &= 0,5I_0 \frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)}, \\ I_{\parallel} &= 0,5I_0 \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2(\alpha + \beta)} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

bo'yicha aniqlanadi, bu yerda: I_0 – tabiiy yorug'lik intensivligi; $(\alpha - \beta)$ – yorug'likning tushish burchagi; β – sinish burchagi.

Nurning sirtga tik tushganda tushish tekisligiga perpendikular va parallel yo'nalishlar orasida farq bo'lmaydi, chunki tekislikning o'zining holati bu holda noaniq.

Bu noaniqlikni bilish uchun Frenelning (1) formulalarida burchaklar kichik bo'lganda ularning sinuslari va tangenslarining qiymatlarini burchaklarning o'zlari bilan almashtirish mumkinligidan foydalanamiz:

$$\frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)} = \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2(\alpha + \beta)} = \frac{(\alpha - \beta)}{(\alpha + \beta)} = \frac{(\frac{\alpha}{\beta} - 1)^2}{(\frac{\alpha}{\beta} + 1)^2}$$

sinish qonunidan:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\alpha}{\beta} \quad (3)$$

Shuning uchun:

$$\frac{\left(\frac{\alpha}{\beta}-1\right)^2}{\left(\frac{\alpha}{\beta}+1\right)^2} = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}. \quad (2)$$

Yorug'likning qaytish koeffitsienti R ga berilgan ta'rifga ko'ra:

$$R = \frac{I_{\perp} + I_{\parallel}}{I_0} = \frac{0,5 I_0 \left[\frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)} + \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2(\alpha + \beta)} \right]}{I_0} = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} = \frac{(1,31-1)^2}{(1,31+1)^2} = \frac{(0,31)^2}{(2,31)^2} = 1,8\%$$

Javob: $R = 1,8\%$

5- masala. Yorug'lik nuri sirtga normal tushib, sindirish ko'rsatkichlari $n = 1,5$ bo'lgan uchta linzadan o'tadi. O'tgan yorug'lik intensivligini toping. Yorug'likning linzalarda yutilishini hisobga olmang.

Berilgan:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ n &= 1,5 \\ I_P &=? \end{aligned}$$

Yechilishi. Qaytish koeffitsiyentiga beriladigan ta'rifga ko'ra:

$$R = \frac{I_{\perp} + I_{\parallel}}{I_0} = \frac{I_R}{I_0} \quad (1)$$

Yorug'lik sirtga normal tushganda:

$$R = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}. \quad (2)$$

bo'ladi. Agar sirtga tushayotgan yorug'lik intensivligini I_0 , qaytgan yorug'lik intensivligini I_R deb belgilasak, birinchi sirtidan qaytgan yorug'lik intensivligi $I_R^I = RI_0$, o'tgan yorug'lik intensivligi esa I_P quyidagicha aniqlanadi:

$$I_P^I = I_0 + I_R^I = I_0(1 - R), \quad (3)$$

ikkinchi sirtidan:

$$I_R^{II} = I_0(1 - R), \quad (4)$$

yorug'lik intensivligi qaytadi. Ikkinchi sirtidan o'tgan yorug'lik intensivligi esa:

$$I_P^{II} = I_P^I + I_R^{II} = I_0(1 - R) - I_0(1 - R) = I_0(1 - R)^2,$$

bo'ladi va h.k. Demak, oltita sirtidan o'tgandan so'ng yorug'lik intensivligi:

$$I_P^{VI} = I_0(1 - R)^6 = I_0(1 - 0,04)^6 = 0,78 I_0,$$

bu yerda:

$$R = \frac{(n - 1)^2}{(n + 1)^2} = \frac{(1,5 - 1)^2}{(1,5 + 1)^2} = \frac{(0,5)^2}{(2,5)^2} = 0,04\%$$

Javob: $I_P = 0,78 \%$.

Xulosa: sirtidan ko'p marta yorug'lik qaytganda yorug'lik intensivligi ancha susayishi mumkin. Bu masalada sirtga tushayotgan yorug'likning 22% qaytishga sarflanadi, 78 % i esa sistemadan o'tadi.

REFERENCES

1. Tolegenova M. T., Urazkulova D. M., Umarov L. A. The importance of modern pedagogical technologies in laboratory classes in optics //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2022. – T. 12. – №. 5. – C. 1152-1158.
2. Tolegenova M. T., Ergashova M., O'razqulova D. M. JISM MASSASI VA UNI O'LCHASHDA YO'L QO'YILADIGAN XATOLAR //Science and innovation. – 2022. – T. 1. – №. A2. – C. 80-82.
3. Tolegenova M. T., Ramozonova D., Sh S. YORUG 'LIK TO 'LQININING FIZIK MOHIYATI VA XOSSALARI //Science and innovation. – 2022. – T. 1. – №. A2. – C. 83-85