

FOTOMETRIYA ASOSLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

Tolegenova Madina Tolegenovna

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

Xasanov Alisher Bekjan o'g'li

Xoliyarov Nurmuhammad Anvar o'g'li

Qurbonboyev Shaxzod Tursinboyevich

3-kurs talabalari

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7492961>

Annotatsiya. Ushbu maqola fanda fotometriya terminining qo'llanilishi, uning ma'nosi, yaratilish tarixi hamda rivojlanishida hissa qo'shgan olimlar nomlarini qayd etadi va shu jumladan, fotometriyaga asoslangan holda ayrim masalalarni yechish metodikasiga e'tibor qaratadi.

Kalit so'z va iboralar: fotometriya, yorug'lik o'lchovlari, yorug'lik miqdori, fotometrik tajribalar, fotometrik usullar, aloqalar, tushunchalar, fotometrlar, monoxromatik.

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ОСНОВАМ ФОТОМЕТРИИ

Аннотация. В данной статье упоминается использование термина фотометрия в науке, его значение, история его создания и имена ученых, внесших свой вклад в его развитие, а также акцентируется внимание на методологии решения некоторых задач на основе фотометрии.

Ключевые слова и фразы: фотометрия, измерения света, количество света, фотометрические эксперименты, фотометрические методы, отношения, понятия, фотометры, монохроматика.

METHODOLOGY FOR SOLVING PROBLEMS ON THE FUNDAMENTALS OF PHOTOMETRY

Abstract. This article mentions the use of the term photometry in science, its meaning, the history of its creation and the names of scientists who contributed to its development, and also focuses on the methodology of solving some problems based on photometry.

Key words and phrases: photometry, light measurements, light quantity, photometric experiments, photometric methods, relations, concepts, photometers, monochromatic.

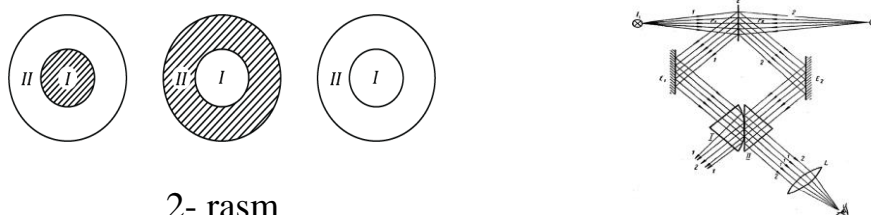
Har bir fan rivojida uning amaliy va nazariy jarayonlarida faol qo'llaniladigan terminlar mavjud bo'ladi. Fizika fani ham bunday holatdan mustasno emas, albatta. Fanning amaliy tajribalarida faol bo'lgan fotometriya o'z-o'zidan yaralib, fanda tadqiq bo'lib ketmagan.

Fotometriya atamasi ikki yunoncha — phos (phét) - yorug'lik va metro (métēō) - men o'lchayman so'zlaridan kelib chiqqan bo'lib, so'zma-so'z tarjimada «yorug'lik o'lchovlari» degan ma'noni anglatadi. «Yorug'lik» so'zi odatda vizual tuyg'uni keltirib chiqaradigan nurlanish deb tushuniladi, ya'ni ko'rinadigan radiatsiya. Biroq, shuni darhol ta'kidlash joizki, fotometrik tushunchalar, usullar va texnikalar kengroq to'lqin uzunliklarida qo'llaniladi.

Optikaning yorug'lik kattaliklarini o'lchash bilan shug'ullanadigan bo'limi sifatida ham fotometriyani ko'rsatish mumkin. Uning amaliy jarayonlarida turli manbalarning yorug'lik kuchini yoki yorug'lik oqimini o'lchashga moslashtirilgan asboblari fotometrlar deb ataladi. Qayd qilish prinsipiga qarab fotometrlar ikki turli: subyektiv (vizual) – ko'z bilan ko'rib baholovchi va obyektiv (ko'zning ishtiroki talab qilinmaydigan) bo'ladilar.

Obyektiv fotometrlarda nurlanishni qabul qiluvchi sifatida fotoelement, ya'ni yorug'likka sezgir elektr asbobi ishlatiladi. Obyektiv fotometrlarda fotoelementlar bilan bir qatorda fotoko'paytirgichlar, termoelementlar va balometrlar muvaffaqiyatli qo'llanadi. Yuqorida ko'rsatilgandan tashqari oq yorug'likda o'lchaydigan va monoxromatik yorug'likda o'lchaydigan asboblari mavjud. Monoxromatik yorug'likda o'lchashga mo'ljallangan asboblari *spektrofotometrlar* deb ataladi.

Oq yorug'likda o'lchashga asoslangan vizual fotometrlardan eng ko'p tarqalgani Lyumner–Brodxun fotometridir. Uning optik sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Yorug'lik I_1 etalon manbadan va o'lchanishi kerak bo'lgan I_2 manbadan is ekranning qarama-qarshi tomonlariga kelib tushadi. E ekranning har ikkala tomoniga yorug'likni sochuvchi oq qatlam qoplangan bo'lib, bu sirtlardan sochiluvchi yorug'lik barcha ko'rinuvchi spektr bo'yicha bir xil bo'lishi kerak. E ekranning ikkala sirtidan yorug'lik E_1 va E_2 ko'zgularga qaytadilar, ko'zgulardan qaytgan yorug'lik esa maxsus *Lyumner–Brodxun kubigi* deb ataluvchi LB prizma qaytib borib tushadi. Bu prizma ikkita I va II prizmalardan tashkil topgan bo'ladi. I prizmaning chet uchlaridan yo'nib siyqalangan sohalar bo'lib, o'rta qismlarida har ikkala prizma shunday siyqalanganki, ularning tegib turgan joylarida optik kontakt yuzaga keladi, ya'ni ular orasida hech qanday chegara qolmay bir butun yaxlit kubikka aylanadilar. Natijada II manbadan kelayotgan yorug'lik nurlari optik kontakt bor joylardan butunlay sinmay o'tib, L linza tomon yo'naladilar, biroq bu I prizmaning yo'nib siyqalangan sohalaridan esa nurlar to'liq ichki qaytadilar va qarama-qarshi tomonga yo'naladilar. I_2 manbadan kelayotgan yorug'lik nurlari Lyumner–Brodxun kubikasiga kelib tushib, optik kontakt yo'q joylardan qaytadilar va L linzaga qarab yo'naladilar, optik kontakt bor sohada esa, kubichadan to'g'ridan-to'g'ri o'tib ketadilar. Shunday moslama yordamida



2- rasm

I va II prizmalarning tegib turgan joylariga akkomodatsiyalangan (moslab yo'naltirilgan) ko'z bir vaqtning o'zi 2.6- rasmda ikkita yoritilgan ko'rish maydonini ko'ra oladi: bu maydonning biri (ichkisi) I_1 manbadan, ikkinchisi (tashqisi) esa I_2 manbadan yoritilayotgan bo'ladi (2- rasm). Agar I_1 manbadan kelayotgan yorug'lik I va II prizmalar chegarasida I_2 manbadan kelayotgan yorug'likka qaraganda kam yoritilganlik berayotgan bo'lsa, unda ichki ko'rish maydoni tashqi ko'rish maydoniga qaraganda xiraroq ko'rinadi (2-a rasm). Prizmalar chegarasining aksincha yoritilganligida esa 2-b rasmda ko'rsatilgan manzara kuzatiladi. Prizmalar chegarasining bir xil yoritilgan holda 2-d rasmda ko'rsatilgan manzara hosil bo'ladi.

Obyektiv fotometrlar. Obyektiv fotometrlarda fotometrik kattaliklarni o'lchash asosida elektrik ham fotografik usullar yotadi. Etalon lampa bilan darajalangan fotoelementli obyektiv fotometrlar yoritilganlikni o'lchashda eng qulay asboblari bo'lib, ular sezgir magnitoelektrik galvanometr bilan ulangan fotoelementlar hisoblanadi. Bunday asboblari bilan turli sharoitlarda yoritilganlikni o'lchash ham qulay va tez bajariladi, chunki bu asboblari juda kompakt va yengil

bo‘ladilar. Ular lyuksmetrlar deb nom olgan. Obyektiv lyuksmetrlardan tashqari vizual (subyektiv) lyuksmetrlar ham bo‘ladi. Monoxromatik yorug‘likni o‘lchash uchun yorug‘lik o‘lchovchi moslama yorug‘likni spektrga ajratib beruvchi spektral asbob bilan birga yasaladi. Hozirgi vaqtda fotoelektrik spektrofotometrilar eng keng qo‘llanilmoqda. Ularda inson ko‘zidan yorug‘likni qabul qiluvchi asbob sifatida foydalanilmaydi. Spektrofotometrlarda yorug‘likni qabul qiluvchi fotoelementlarni spektral sezgiriligini inson ko‘zining spektral egri chizig‘iga mos keltirishga ehtiyoj qolmaydi. Etalon lampadan chiqayotgan yorug‘lik intensivligining spektral taqsimotini va yorug‘likni qabul qiluvchining spektral sezgiriligini bilgan holda etalon manbadan va o‘lchanishi kerak bo‘lgan manbadan kelayotgan fototokni o‘lchash natijalaridan o‘lchanuvchi yorug‘lik oqimini hisoblab topish qiyin bo‘lmaydi.

Yorug‘lik o‘lchashlarda eng muhim element bo‘lib, etalon manba hisoblanadi. Etalon manbalar sifatida maxsus tolali lampalar ishlatiladi.

Obyektiv fotometrlar vizual fotometrlarda uchraydigan kamchiliklardan istisno. Obyektiv fotometrlarning afzalligi shundaki, ulardan yorug‘likning ko‘rinmaydigan ultrabinafsha va infraqizil qismida ham foydalanish mumkin. Bu obyektiv fotometrlar subyektiv fotometrlarga nisbatan ancha keng qo‘llash imkonini beradi.

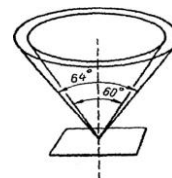
1- masala. Nurlanishi yo‘nalishga bog‘liq bo‘lgan yorug‘lik manbayidan ikkita konus sirtlari yuzaga keltirgan fazoviy burchaklar 60° va 64° ostida chiqayotgan yorug‘lik oqimini aniqlang. Manbaning ravshanligi $B = 10^5$ nt va uning yuzi 1cm^2 (1- rasm).

Berilgan:

$$B = 10^5 \text{ nt}; \quad S = 10^{-4} \text{ m}^2;$$

$$2\varphi_1 = 60^\circ; \quad 2\varphi_2 = 64^\circ.$$

$\Phi - ?$



Yechilishi. Ravshanlikka berilgan ta‘rifga ko‘ra σ -sirt elementidan nuralanayotgan yorug‘lik oqimini

$$d\Phi = B\sigma\cos\varphi \cdot d\omega \quad (1)$$

formuladan topish mumkin. Bu yerda $B = \text{const}$, chunki manbaning nurlanishi yo‘nalishga bog‘liq emas.

$$d\omega = \sin\varphi \, d\varphi d\theta \quad (2)$$

bu yerda φ – kenglik burchagi. U 30° dan 32° gacha o‘zgaradi; θ – uzunlik burchagi, u 0° dan 2π gacha o‘zgaradi. Demak,

$$d\omega = B\sigma\sin\varphi \cdot \cos\varphi \, d\varphi d\theta \quad (3)$$

To‘liq oqim:

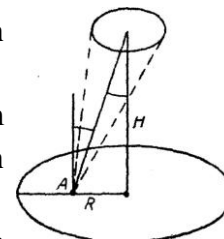
$$\begin{aligned} \Phi &= B\sigma \int_0^{2\pi} d\theta \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin\varphi\cos\varphi d\varphi = B\sigma 2\pi \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{2} \sin 2\varphi d\varphi = \\ &= B\sigma \left(-\frac{1}{2} \cos 2\varphi \right) \Big|_{\varphi_2}^{\varphi_1} = \frac{B\sigma\pi}{2} (\cos 2\varphi_2 - \cos 2\varphi_1). \end{aligned}$$

Xalqaro birliklar sistemasida:

$$\Phi = \frac{10^5 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 (\cos 60 - \cos 64)}{2} = \frac{31,4}{2} (0,5 - 0,4384) = 0,968 \text{ lm}$$

Javob: = 0,968 1m.

2- masala. Radiusi R ga teng bo'lgan doiraviy stol tepasida yoritivchi lampa osilgan bo'lib, uning nurlanish qismi sfera shakliga ega. Nurlanish yo'nalishga bog'liq emas.



1) Stol radiusining o'rtasidagi nuqtalarda yoritilganlik maksimum bo'lishi uchun yoritish lampasini stol sirtidan qanday H balandlikka osish kerak?

2) Agar nurlanayotgan sferani shunday radiusli disk bilan almashtirilsa 2- rasm. masalaning javobi qanday o'zgaradi?

Yechilishi. 1) Nurlanuvchi element berayotgan yoritilganlik shu element ravshanligiga va yoritilganligi aniqlanishi kerak bo'lgan nuqtadan, masalan, A nuqtadan (2- rasmga q.) bu element ko'rinayotgan fazoviy burchakka proporsional, ya'ni

$$E_A = Bd\omega \cos \alpha \quad (1)$$

bu yerda α - nurning tushish burchag

$$d\omega = \frac{dS \cos \alpha}{r^2} \quad (2)$$

2- rasmdan $\angle \alpha = \angle \alpha'$ bo'lgani uchun

$$\cos \alpha' = \frac{H}{\sqrt{H^2 + \frac{R^2}{4}}} \quad (3) \text{ va}$$

$$r = \sqrt{H^2 + \frac{R^2}{4}} \quad (4)$$

demak,

$$E_A = \frac{BdS \cos^2 \alpha}{r^2} = \frac{BdSH^2}{H^2 + \frac{R^2}{4}}$$

A nuqtaning maksimal yoritilganligi

$$\frac{\partial E_A}{\partial H} = 0$$

shartdan topiladi, ya'ni:

$$\frac{B \left[2H \left(H^2 + \frac{R^2}{4} \right) - 2H^2 \left(H^2 + \frac{R^2}{4} \right) 2H \right] dS}{\left(H^2 + \frac{R^2}{4} \right)^4} = 0 \quad (6a)$$

yoki

$$\frac{BdS 2H \left(H^2 + \frac{R^2}{4} \right) \cdot \left(H^2 + \frac{R^2}{4} - 2H^2 \right)}{\left(H^2 + \frac{R^2}{4} \right)^4} = 0 \quad (6b)$$

(6b) da $B \neq 0, 0, dS \neq 0, H \neq 0$ bo'lganligi uchun,

$$-H^2 + \frac{R^2}{4} = 0 \text{ ya'ni, } H = R/2. \text{ Javob: } H = R/2.$$

2) Ravshanlik o'zgarmagani hamda ko'rinuvchi sirt (doira) ham o'shandayligicha qolgani, ya'ni $R_{sfera} = R_{disk}$ bo'lgani uchun masalaning javobi o'zgarmaydi.

REFERENCES

1. <http://phet.colorado.edu/>
2. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
3. <http://www.quantumatoms.co.uk/download.htm>
4. <http://school-collection.edu.ru>