

A.G.G'aniyev

FIZIKA

OPTIKA. ATOM VA YADRO FIZIKASI

O'rta ta'lim maktablarining 9–10–11-sinf o'quvchilari,
akademik litsey va kasb-hunar kollejlari o'quvchilari
va Oliy ta'lim muassasalariga kiruvchilar uchun

*Qo'llanmadagi bilimlarni to'la
o'zlashtirgan o'quvchi OTM ga kirish uchun
o'tkaziladigan har qanday sinovlarda eng
yuqori ko'rsatkichlarga erishadi.*

III
qism

OPTIKA

I BOB. OPTIKA ELEMENTLARI

Optika–fizikaning yorug‘likning nurlanish, yutilish va tarqalish qonunlarini o‘rganadigan bo‘limidir. Yorug‘lik elektromagnit to‘lqinlardan iborat bo‘lganligi sababli, optika elektromagnit maydon nazariyasining, ya‘ni elektrodinamikaning bir qismi sifatida qaraladi. Yorug‘lik, radioto‘lqinlar va rentgen nurlari orasidagi, to‘lqin uzunligi $4,0 \cdot 10^{-7}$ – $7,6 \cdot 10^{-7}$ m bo‘lgan elektromagnit to‘lqinlardan iborat. Odatda, optika **geometrik, fizik va fiziologik** optikalarga bo‘lib o‘rganiladi.

Geometrik optikada yorug‘likning tabiati haqida so‘z yuritilmaydi, uning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalish, qaytish va sinish qonunlari o‘rganiladi.

Oddiy ko‘zoynakdan tortib, ulkan astronomik qurilmalardagi murakkab obyektivlargacha bo‘lgan barcha optik asboblarni yasashdagi hisob-kitob geometrik optika qonunlari asosida amalga oshiriladi.

Fizik optikada yorug‘likning tabiati va yorug‘lik hodisalariga aloqador muammolar o‘rganiladi.

Fiziologik optika esa yorug‘likning rivojlanuvchi organizmga ta‘sirini o‘rganadi.

1-§ Yorug‘lik haqidagi ta‘limotning rivojlanishi



Yorug‘likning elektromagnit nazariyasi haqida tushuncha

Optikaning dastlabki qonunlari. Yorug‘likning ta‘siri haqidagi ta‘limot juda qadim zamonlarda vujudga kelgan. Optika so‘zining lug‘aviy ma‘nosi–«ko‘rish idroklari haqidagi fan»ni anglatib, **optos**–ko‘zga ko‘rinadigan so‘zidan olingan.

Yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalish qonuni eramizdan besh ming yil oldin ham ma‘lum bo‘lib, undan chiqadigan xulosalardan qadimgi Misrdagi qurilish ishlarida foydalanilgan. Pifagor, jismlarning ko‘rinishiga sabab–ularning o‘zlaridan zarrachalar chiqarishidir deb, hozirgi nazariyalarga juda yaqin bo‘lgan fikrlarni ham aytgan.

Geometrik optikaning ikkita asosiy qonunidan biri–yorug‘likning tushish va qaytish burchaklarining tengligi haqidagi qonun Platon maktabi vakillari tomonidan ta‘riflangan. Yorug‘likning sinish qonuni esa bir necha asrlardan keyin kashf qilingan.

O‘n uchinchi asrda ko‘zoynak, 1590-yilda niderlandiyalik olim Z.Yansen tomonidan mikroskop, 1609-yilda esa italiyalik fizik G. Galiley tomonidan teleskop yasalgan.

Optika rivojlanishining keyingi bosqichlari. Optikaning keyingi rivojlanishi yorug‘lik difraksiyasi va interferensiyasi hodisalari bilan bog‘liq. Bu hodisalarni geometrik optika doirasida tushuntirishning iloji bo‘lmagani sababli, ingliz fizigi R.Guk va gollandiyalik olim X.Gyuygens yorug‘likning to‘lqin tabiati haqidagi nazariyani olg‘a surishgan. M.Faradey o‘z tajribalari natijalariga ko‘ra bu to‘lqinlar elektromagnit to‘lqinlarga aloqador, degan fikrga kelgan. J.Maksvell nazariy asosda, G.Gers esa tajribada elektromagnit to‘lqinlarning bo‘shliqda yorug‘lik tezligiga teng bo‘lgan tezlik bilan tarqalishini isbotlaganlar. Natijada, yorug‘lik elektromagnit to‘lqinlardan iborat, degan xulosaga kelishdan boshqa iloj qolmagan.

Yorug‘likning korpuskular tabiati. Yorug‘likning tabiati haqidagi fikrlar doimo olimlarning diqqat markazida bo‘lgan. Kundalik hayotimiz uchun shu qadar muhim ahamiyatga ega yorug‘likning nimaligini bilish barcha uchun qiziqarli hisoblangan. Xo‘sh, yorug‘lik o‘zi nima? Bu savolga birinchi bo‘lib aniq javob bergan kishi I.Nyuton hisoblanadi.

Yorug‘lik. 1672-yil Nyuton yorug‘likning korpuskulyar tabiati haqidagi g‘oyani ilgari surdi.

U, **yorug‘lik-nurlanayotgan jism chiqaradigan va fazoda to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqaladigan korpuskulalar (zarrachalar) oqimidan iborat**, degan g‘oyani aytgan. Bu g‘oya asosida yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘yicha tarqalish, sinish va qaytish qonunlari tushuntirib berilgan.

Ammo yorug‘lik interferensiyasi va difraksiyasini korpuskular nazariya asosida tushuntirishning mutlaqo iloji bo‘lmagan. Va aynan shuning uchun ham yorug‘likning to‘lqin nazariyasi haqidagi fikrlar paydo bo‘lgan.

Yorug‘likning to‘lqin tabiati. Bu tasavvurga binoan, yorug‘lik suvning yoki boshqa suyuqliklarning sirtida kuzatiladigan to‘lqinlarga o‘xshash to‘lqinlardan iborat.

1818-yilga kelib fransuz fizigi O.Frenel yorug‘likni to‘lqinlar oqimi sifatida tasavvur qilib, uning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishini tushuntirib beradi. Shundan so‘ng yorug‘likning to‘lqin nazariyasi o‘z hukmronligini o‘rnatdi.

Yorug‘lik to‘lqinlarining mavjudligini tushuntirish uchun maxsus elastik muhit–**efir** o‘ylab topilgan. Butun fazo, shu bilan birga, yorug‘lik tarqaladigan jismlarni ham efir to‘ldirib turadi deb faraz qilingan.

O‘sha paytlarda yorug‘likning qutblanishi (yorug‘lik ko‘ndalang to‘lqinlardan iborat ekanligini isbotlaydi) ma‘lum bo‘lganligidan u qattiq jismlarda tarqaladi deb hisoblangan. Shuning uchun ham efir elastik qattiq jism xususiyatlariga ega deb qabul qilingan. Tajribalarning ko‘rsatishicha, efirming mavjudligi yorug‘likning tarqalishidan tashqari Yerning va boshqa fazoviy jismlarning harakatiga mutlaqo ta‘sir ko‘rsatmaydi. Xo‘sh, yorug‘lik o‘zi nima? Biz bu savolga hali to‘la javob bermadik va keyingi mavzularda yana unga qaytamiz.

Endi yorug‘lik to‘lqinlarining tabiatiga batafsilroq to‘xtalamiz.

Yorug‘likning elektromagnit tabiati. XIX asrning o‘rtalarigacha yorug‘likning tabiati haqidagi masala ochiqlicha qolaverdi. Bu savolga javobni Maksvell topdi. U elektromagnit to‘lqinlarning vakuumda

tarqalish tezligi uchun topilgan $c = 1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$ natijani yorug'likning vakuumdagi tarqalish tezligi bilan bir xil ekanligiga e'tibor berdi ($\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$ elektrostatik doimiysi, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$ magnit doimiysi).

Elektromagnit to'liqlarning ham ko'ndalang to'liqlar ekanligi Maksvellga **yorug'likning elektromagnit tabiati** haqidagi gipotezani olg'a surishiga asos bo'ldi.

Keyinchalik bu gipoteza ko'plab nazariy va tajribaviy isbotlarini topdi va "efir" muammosi o'z-o'zidan yo'qoldi.

Zamonaviy optika yorug'likning elektromagnit tabiatiga asoslangan. Bu nazariyaga muvofiq har qanday yorug'lik nurlanishi elektromagnit to'liqdir. Lekin hamma elektromagnit nurlanish ham yorug'lik bo'lavermaydi. Inson ko'ziga sezgi uyg'otuvchi elektromagnit to'liqlar diapozoni $4 \cdot 10^{-7} m$ (binafsha) dan $7,5 \cdot 10^{-7} m$ (qizil) gacha bo'ladi.

To'liq uzunligi ko'zga ko'rinuvchi yorug'lik to'liqlaridan kattaroq bo'lgan sohada infraqizil to'liqlar ($8 \cdot 10^{-7} m$ dan $5 \cdot 10^{-4} m$ gacha) va radioto'liqlar ($\lambda > 5 \cdot 10^{-11} m$) yotadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, to'liq uzunligi $10^{-11} m$ dan $10^{-3} m$ gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlar ko'p jihatdan o'zlarini ko'zga ko'rinuvchi to'liqlardek tutadi. Shuning uchun ham elektromagnit nazariyasi nuqtayi nazaridan shu soha optikada qaraladi.

Demak, Maksvell g'oyasiga muvofiq yorug'lik muhitda

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu\mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \quad (1.1)$$

tezlik bilan tarqaladigan elektromagnit to'liqlardan iboratdir. Bu yerda **c-yorug'likning bo'shliqdagi tezligi, ε -muhitning dielektrik singdiruvchanligi, μ -muhitning magnit singdiruvchanligi.**

Yorug'likda E va B vektorlar o'zaro perpendikular va ular yorug'likning tarqalish yo'nalishiga ham perpendikular yo'nalgan (II qism, 178-rasm). Ular bir paytda o'zlarining maksimal va minimal qiymatlariga erishadilar va garmonik qonunlarga muvofiq o'zgaradilar.

Yorug'likning to'liq uzunligi deb, u bir davrda o'tadigan masofaga aytiladi, ya'ni

$$\lambda = cT. \quad (1.2)$$

Yorug'likning to'liq uzunligi chastotasi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}. \quad (1.3)$$

Shunday qilib, elektromagnit to'liqlar shkalasiga muvofiq, yorug'lik to'liq uzunligi $0,4 \mu m$ dan $0,76 \mu m$ (**chastotalari $7,5 \cdot 10^{14} Hz$ dan $4 \cdot 10^{14} Hz$ gacha**) bo'lgan elektromagnit to'liqlardan iborat bo'lib, u ham muhitda, ham vakuumda tarqalishi mumkin.

Yorug'lik dastasi uzoqdagi yorug'lik manбайдan kelayotgan yorug'lik nurining fazoda cheklanishi (diafragmalanishi) natijasida hosil qilinadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha tirqish diametri uncha kichik bo'lmay ($D \gg \lambda$), yorug'lik manбайдan ekrangacha bo'lgan masofa ℓ tirqish diametridan ancha katta ($\ell \gg D$) bo'lsa, tirqishdan chiqayotgan yorug'lik dastasi amalda tarqalmaydi. ℓ uncha katta bo'lmasa, ($\ell \lambda \ll D^2$) d o'zgar olmay qoladi. Bunday dastaga **parallel** deyiladi.

Optikaning yorug'likning shaffof muhitlarda tarqalishi o'rganilganda uni yorug'lik nurlarining majmuasi sifatida tasavvur qilishga asoslangan bo'limiga **geometrik optika** deyiladi.

Yorug'lik nuri fizikaviy model bo'lmasdan sof geometrik tushunchadir.

Nur-yorug'lik to'liqni frontiga perpendikulyar, to'liq energiyasi ko'chadigan yo'nalish.

! **Yorug'lik dastasining mustaqillik qonuni. Agar fazoning biror joyida ikkita yorug'lik dastasi kesishsa, kesishishdan keyin ham ularning xarakteristikalari go'yoki kesishish bo'lmagandek oldingidek qolaveradi.**

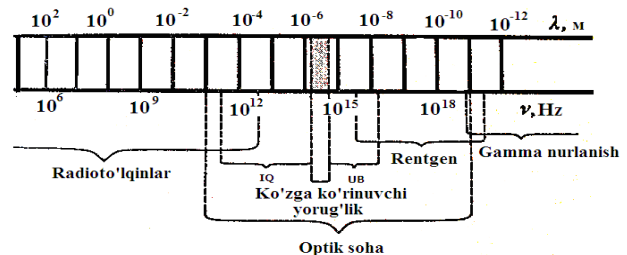
Yuqoridagi qonunlarning barchasini **Ferma prinsipiga** asoslanib tushuntirish mumkin.

! **Yorug'lik doimo eng kam vaqt sarflanadigan yo'ldan yuradi. Yoki yorug'lik eng kam optik yo'lga mos keluvchi trayektoriya bo'ylab tarqaladi.**

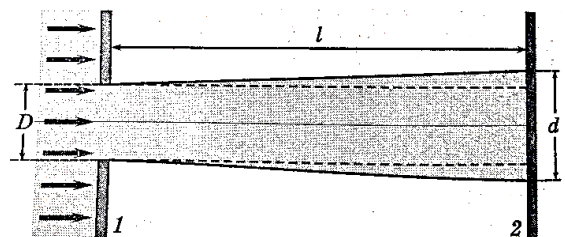
Bundan tajribada tasdiqlangan muhim, **yorug'lik nurlari yo'lining qaytuvchanlik prinsipi** kelib chiqadi.

! **Yorug'likning ko'zgudan qaytish va sinish qonunlari nur yo'li yo'nalishini teskarisiga o'zgartirganda ham o'rinlidir.**

Masalan, qaytgan nur yo'li bo'yicha tarqalayotgan nur tushayotgan nur yo'li bo'yicha qaytadi. Shu bilan birga yorug'likning to'liq tushunchasi geometrik optikaning asosiy prinsiplarini mutlaqo inkor etmaydi.



1-rasm



2-rasm

Faqat ularning qo'llanilish chegaralarini biroz cheklaydi xolos. Unda qachondan boshlab yorug'likning to'lqin sifatida qarash mumkin degan savol tug'iladi.

Agar tirqish deametrining kattaligi nurlanish to'lqin uzunligi tartibida bo'lsa, $D \sim \lambda$, undan chiqayotgan yorug'lik dastasi yoyila boshlaydi, diametri kattalashadi va ekranda difraksiyon manzara vujudga keladi. Demak, shu shartdan boshlab yorug'likning to'lqin tabiati namoyon bo'la boshlaydi. $D \gg \lambda$ da ham gifraksiya kuzatilishi mumkin, lekin buning uchun $l \lambda \gg D^2$ bo'lishi kerak.



Sinov savollari

1. Optika nimani o'rganadi? 2. Optika qanday bo'limlarga bo'linadi? 3. Geometrik optika nimani o'rganadi? 4. Fizik optika nimani o'rganadi? 5. Fiziologik optika nimani o'rganadi? 6. Optika so'zining lug'aviy ma'nosi nimani anglatadi? 7. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni qachon kashf qilingan? 8. Pifagor jismlarning ko'rinishi haqida qanday fikrlar aytgan? 9. Yorug'likning qaytish qonuni qachon kashf qilingan? 10. Ko'zoynak qachon kashf qilingan? 11. Mikroskop va teleskoplar-chi? 12. Yorug'likning tabiati haqidagi I. Nyuton nazariyasini aytib bering. 13. Bu g'oya asosida qanday qonunlar tushuntirilgan? 14. Yorug'likning to'lqin tabiati haqidagi nazariyaning vujudga kelishiga sabab nima? 15. Yorug'likning to'lqin nazariyasi haqidagi fikrni kimlar olg'a surgan? 16. Yorug'likning elektromagnit to'lqinlardan iborat ekanligi haqidagi xulosa nimaga asoslangan? 17. Yorug'lik qanday elektromagnit to'lqinlardan iborat? 18. X. Gyuygens yorug'lik to'lqinlarini qanday tasavvur qilgan? 19. O. Frenel yorug'likni qanday tasavvur qilgan? 20. Yorug'likning o'zi nima? 21. Efir nima? 22. Yorug'lik dastasi nima? 23. Yorug'lik nuri? 24. Yorug'lik dastasining mustaqillik prinsipi? 25. Ferma prinsipi? 26. Yorug'lik nurlari yo'lining qaytuvchanlik prinsipi?



Asosiy atamalar

| O'zbekcha | Ruscha | Inglizcha |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Yorug'lik | Свет | Light |
| Nurlanish | Излучение | Radiation |
| Yutilish | Поглощение | Absorption |
| Tarqalish | Распространение | Spread |
| Geometrik | Геометрическая | Geometrical |
| Fizik | Физическая | Physical |
| Fiziologik | Физиологическая | Physiological |
| Ko'zoynak | Очки | Eyeglasses, spectacles |
| Rivojlanuvchi | Развивающий | Developing |
| Ta'lim | Образование | Education |
| Bosqichlari | Степень | Step |
| Korpuskular | Корпускулярный | Corpuscular |
| To'lqin tabiati | Волновая природа | Wave nature |
| Idrok, aql, fahm | Разум | Intellect, mind |
| Ko'zga ko'rinadigan | Видимый | Visible |
| Ma'lum | Известно | Known |
| Chiqarish | Испускать | Producing |
| Mikroskop | Микроскоп | Microscope |
| Doira | Круг | Circle |
| Olimlar | Учённые | Scientists |
| Aloqador | Связанный | Connected |



Mashqlar

1. "Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi" deganda nima tushuniladi?

Javob: Bu uncha to'g'ri ibora bo'lmay geometrik optikada ishlatiladi. Amalda esa yorug'lik sferik elektromagnit to'lqinlardan iboratdir.

2. Jadvalga quyidagi yorug'lik manbalaridan qaysilari tabiiy, qaysilari sun'iy ekanligini ajratib yozing: Quyosh, sham, televizor ekrani, yulduz, neonli lampa, chaqmoq, gaz gorelkasi, qutb yog'dusi, display ekrani.

Javob:

| Tabiiy | Sun'iy |
|---------------|------------------|
| Quyosh | Sham |
| Yulduz | Televizor ekrani |
| Chaqmoq | Neonli lampa |
| Qutb yog'dusi | Gaz gorelkasi |
| | Display ekrani |

3. Isitish radiatori va yonayotgan shamdan chiqayotgan nurlanishlarning farqlari nimada?

Javob: Radiatordan chiqayotgan nurlanish-issiqlik nurlanishi ko'zga ko'rinmaydi. Shamdan chiqayotgan nurlanish-ko'rinar va ko'rinmas.

4. Quyidagi nurlanishlar orasidagi umumiylik va xususiylik nimada: qaynoq suv bo'lgan choynakning va elektr lampasining nurlanishi. Qizigan dazmolning nurlanishi va gulxanning olovi hosil qiladigan nurlanish.

Javob: Barcha nurlanishlar turli chastotali elektromagnit nurlanishdir.

Qaynoq suvli choynak va qizigan dazmolning nurlanishi-ko'zga ko'rinmaydigan issiqlik nurlanishidir. Elektr lampaning, gulxan olovining nurlanishi-issiqlik va yorug'lik nurlanishlaridir.

5.Cho'tak fonarining lampasi yonganda energiyaning qanday aylanishi ro'y beradi?

Javob: Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga (batareykada), elektr tokining energiyasi issiqlik energiyasiga, issiqlik energiyasining bir qismining yorug'lik energiyasiga aylanishi ro'y beradi.

6. Sham yonganda energiyaning qanday aylanishi ro'y beradi?

Javob: Kimyoviy energiya issiqlik energiyasiga aylanadi. Issiqlik energiyasining bir qismi esa yorug'lik energiyasiga aylanadi.

7.Cho'g'dek qizdirilgan metall, televizor ekrani, chaqmoq, kompyuter displeyining ekrani, yonayotgan yog'ochning olovi, cho'glanma elektr lampochkasi, yulduz qurti yorug'lik chiqaradi. Bu manbalarning qaysi biri issiq manba, qaysilari sovuq (luyuminisent) hisoblanadi.

Javob:

| Issiq | Sovuq |
|-----------------------------|------------------|
| Chaqmoq | Televizor ekrani |
| Qizdirilgan metall | Displey |
| Yonayotgan yog'och olovi | Yulduz qurti |
| Cho'glanma elektr lampochka | |

8. O'simliklar, daraxtlar barglarida xlorofilning hosil bo'lishi, inson tanasining qorayishi, fotoplastinkaning qorayishi yorug'likning qanday ta'sirining natijasi?

Javob: Yorug'likning biokimyoviy ta'siri.

9. Yorug'lik tushayotganda qizish ro'y berishiga misollar keltiring?

Javob: Yorug'lik tushganda suv, yer, devor va atmosferaning temperaturasi ko'tariladi (qiziydi).

10. Yorug'lik inson tanasiga tushganda qanday ta'sir qiladi?

Javob: Harorat ko'tariladi, biokimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi, fotoeffekt hodisasi ro'y berishi mumkin.

Qo'llanmani sotib olish bo'yicha +998 90 615 90 09; +998 97 772 92 26 telefon raqamlariga murojaat qilishingiz mumkin.

Qo'llanma bo'yicha barcha mulohazalarni fizika.1011@mail.ru elektron pochtaga yuborishingizni so'raymiz.