



YORUG'LIK TO'LQINI

Mirzo Ulug'bek nomidagi ixtisoslashtirilgan maktab

9-sinf o'quvchisi

Jumayev Mizrob Maxmud o'g'li

Ilmiy rahbar: Xolmurodov.S.A

Kalit so'zlar: Nur sindirish ko'rsatkichi, To'lqin uzunligi, Chastota, Polarisatsiya Yorug'lik, Interferensiya, To'lqin tezligi, Yorug'lik dispersiyasi, Lazer, Radiatsiya va to'lqin, Yorug'lik modulyatsiyasi, Fiber optik kommunikatsiya.

Ключевые слова: Коэффициент преломления, длина волны, Частота, поляризация, Свет, Помехи, скорость волны, Рассеяние света, Лазеры, Радиация и тепло Модуляция света, Оптоволоконная связь.

Keywords: Refractive index, wavelength, frequency, polarization, light, interference, wave speed, light dispersion, lasers, radiation and heat, light modulation, fiber optic communication.

Annotatsiya: Yorug'likning kvant zarrachalari fotonlardan iborat zarrachalar deb qaragan holatda uning to'lqin tabiatini o'rganamiz.

Annotation: We study the wave nature of light when we consider it as a particle composed of quantum particles called photons

Аннотация: Мы изучаем волновую природу света, рассматривая его как частицу, состоящую из квантовых частиц, называемых фотонами.

Yorug'lik to'lqini (yoki optik to'lqin) – bu yorug'likning fazodagi tarqalish shakli bo'lib, u elektromagnit to'lqinlarning bir turi hisoblanadi. Bu to'lqinlar energiya va ma'lumotni uzatish uchun ishlatiladi, va ularning asosiy xususiyatlari hamda xulq-atvori ilmiy tadqiqotlarda muhim o'rin tutadi.



1. Yorug'lik to'liqining xususiyatlari

To'liqin uzunligi (λ): Yorug'lik to'liqining uzunligi uning energiyasi va rangini belgilaydi. To'liqin uzunligi mikrometr (μm) yoki nanometr (nm) o'lchovlarida o'lchanadi. Ko'zga ko'rinadigan yorug'likning to'liqin uzunligi 400 nm (binafsha rang)dan 700 nm (qizil rang) gacha o'zgaradi. $\lambda = \frac{v}{f}$

Chastota (f): To'liqinning bir sekundda o'tgan to'liq aylanishlari yoki davrlari soni. Chastota va to'liqin uzunligi o'rtasida teskari bog'lanish mavjud: ular bir-biriga teskari proporsionaldir. $v = \frac{v}{\lambda}$

To'liqin tezligi (v): Yorug'likning tezligi vakuumda taxminan 300,000 km/s ni tashkil etadi. Boshqa muhitlarda (masalan, havoda yoki shisha orqali) tezlik biroz pasayishi mumkin, lekin u hali ham juda yuqori. $v = \lambda \cdot f$

Polarisatsiya: Yorug'lik to'liqini o'zining oscillyatsiyasi yo'nalishi bilan ajralib turadi. Polarisatsiya faqat tekis to'liqlar uchun amal qiladi va ba'zi materiallar tomonidan o'zgartirilishi mumkin.

$$I = I_0 \cos^2(\theta)$$

I — chiqarilgan yorug'lik intensivligi, I_0 — filtr orqali o'tadigan maksimal yorug'lik intensivligi, θ — yorug'lik to'liqini va filtr orasidagi burchak.

Yorug'lik interferensiya — Yorug'lik to'liqining o'zaro ta'siri va kuchayishi yoki kamayishi. $\Delta y = \frac{\lambda \cdot L}{d}$

λ — yorug'likning to'liqin uzunligi, Δy — interferensiya tasvirlarining oraliqlari, d — manbalar orasidagi masofa.

Yorug'lik Diffraktsiya — Yorug'lik to'liqining to'siqlar orqali yoyilishi va yangi yo'nalishlarda tarqalishi. $\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$



Yorug'lik Dispersiya —Yorug'lik to'loqining turli chastotalarining turli tezlikda tarqalishi, ayniqsa materiallarda yoki optik vositalarda.

2. Yorug'lik to'loqlari va ularning tarqalishi: Yorug'lik elektromagnit to'loqini bo'lgani uchun, u ikkita asosiy komponentga ega: elektr maydoni va magnit maydoni. Bu ikkala maydon to'loqin shaklida bir-biriga perpendikulyar tarzda tarqaladi va bu to'loqin vakuumda yoki boshqa muhitlarda tezda tarqaladi. Yorug'lik to'loqini mexanik to'loqlar emas, balki elektromagnit to'loqlar sifatida yuzaga keladi.

Vakuumdagi yorug'lik: Yorug'lik vakuumda eng yuqori tezlikda, ya'ni 300,000 km/s ga yetadi. Havо yoki boshqa materiallar bilan o'zaro ta'sirga kirishsa, uning tezligi pasayishi mumkin. **Shisha yoki boshqa materiallar orqali:** Yorug'lik shisha kabi materiallar orqali tarqalishda tezligi sekinlashadi. Bu fenomen "sinish" deb ataladi va to'loqinning yengil buzilishiga olib keladi. $v_{muhit} = \frac{c}{n}$ c-yorug'lik tezligi, n-nur sindirish ko'rsatkichi.

3. Yorug'lik spektri – bu yorug'likning turli xil to'loqin uzunliklaridagi komponentlari. Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik spektri quyidagi ranglardan tashkil topgan:

- **Binafsha (400 nm)**
- **Moviy (450 nm)**
- **Yashil (550 nm)**
- **Sariq (570 nm)**
- **Qizil (700 nm)**

Bundan tashqari, elektromagnit spektrining boshqa qismlari ham mavjud, masalan, ultrabinafsha, infraqizil, rentgen va radio to'loqlari, ular ham yorug'lik



to'liqlari bilan bog'liq bo'lib, faqat odam ko'zining ko'rish diapazonidan tashqarida.

4. Yorug'lik va uning ta'siri

Yorug'lik nafaqat inson ko'rishini ta'minlaydi, balki ko'plab tabiiy jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Masalan: **Fotosintez:** o'simliklar va yashil organizmlar yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantiradi, bu jarayon fotosintez deb ataladi. **Radiatsiya va issiqlik:** Yorug'lik to'liqlari o'z energiyasini boshqa jismlarga uzatib, ularni isitishi mumkin. Bu fenomen, masalan, quyosh nurlari orqali Yerga yetib boradigan issiqlikni yaratadi. **Optik apparatlar:** Yorug'lik to'liqlari ko'plab texnologik qurilmalarda, masalan, mikroskoplar, teleskoplar, lazerlar va optik tolali kommunikatsiyalar tizimlarida ishlatiladi.

5. Yorug'lik to'liqining kvant xususiyatlari

Yorug'lik to'liqlari, shuningdek, kvant mexanikasining qonunlariga ham amal qiladi. Bu yerda yorug'lik kvantlari "foton" deb ataladi. Fotonlarning energiyasi to'liq uzunligiga bog'liq bo'lib, qisqa to'liqli fotonlar (masalan, ultrabinafsha) yuqori energiyaga ega, uzoq to'liqli fotonlar esa (masalan, infraqizil) past energiyaga ega. **Dual tabiati:** Yorug'lik to'liqlari ham to'liq, ham zarrachalarga (fotonlar) o'xshash xususiyatlarga ega. Bu fenomenni "to'liq-zarraga dualizm" deb atashadi. Fotonlar to'liq xususiyatlarini ko'rsatib, interferensiya va diffraksiya hodisalariga sabab bo'ladi.

6. Yorug'lik to'liqini va texnologiya

Yorug'likning xususiyatlari turli sohalarda keng qo'llaniladi. Masalan: **Fiber-optik kommunikatsiya:** Yorug'lik to'liqlari optik tolalar orqali uzatiladi, bu esa yuqori tezlikda ma'lumot uzatishni ta'minlaydi. **Lazerlar:** Lazerlar (light amplification by stimulated emission of radiation) yorug'likni kuchaytirish uchun ishlatiladi. Ular tibbiyot, sanoat va kommunikatsiya sohasida muhim ahamiyatga



ega. **Yorug'lik modulyatsiyasi:** Elektronika va telekommunikatsiyada signallarni yorug'lik orqali uzatish texnologiyalari rivojlanib bormoqda.

7. Tajriba va ilmiy tadqiqotlar

Yorug'lik to'lqinlari haqidagi ilmiy tadqiqotlar ko'plab tajribalarga asoslangan, masalan: **Thomas Youngning ikki yorug'lik manbai tajribasi:** Bu tajriba to'lqinlarning interferensiyasini va yorug'likning to'lqin tabiatini isbotladi. **Maxwellning elektromagnit to'lqinlari haqidagi nazariyasi:** James Clerk Maxwell elektromagnit maydonlar va to'lqinlarning umumiy nazariyasini yaratgan. **Einsteinning fotonlar haqida kashfiyoti:** Albert Eynshteyn fotonlar va kvant energiyasi haqida yangi tushunchalar yaratdi. Yorug'lik to'lqinlari nafaqat ilmiy qiziqish uyg'otadi, balki kundalik hayotimizda ham ko'plab texnologik yutuqlarni ta'minlashga xizmat qiladi.

1: Vakuumda yorug'lik tezligi $c=3 \times 10^8$ m/s. Agar yorug'lik shishaga kirs va shishaning nur sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$ bo'lsa, shishadagi yorug'lik tezligini toping.

Yechish: Yorug'likning shishadagi tezligi v ni quyidagi formuladan hisoblash mumkin: $v = \frac{c}{n}$

Bu yerda: $c=3 \times 10^8$ m/s — yorug'likning vakuumdagi tezligi, $n=1.5$ — shishaning nur sindirish ko'rsatkichi

2: Ikkita yorug'lik manbai orasidagi masofasi 0.5 mm bo'lgan bir tekislikda joylashgan. Agar manbalardan chiqayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi 600 nm bo'lsa, interferensiya tasvirlarining oraliq masofasini hisoblang.

Yechish: Interferensiya tasvirlarining oraliq masofasi Δy quyidagi formula bilan hisoblanadi: $\Delta y = \frac{\lambda \cdot L}{d}$



Bu yerda: $\lambda=600 \text{ nm} = 600 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ — yorug‘likning to‘lqin uzunligi, $L=2 \text{ m}$ — manbalar orasidagi masofa, $d=0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3}$ — manbalar orasidagi masofa.

Javob: Interferensiya tasvirlarining oraliq masofasi 2.4 mm

3: Bir teshikning kengligi $d=1 \text{ mm}$ bo‘lib, undan yorug‘likning to‘lqin uzunligi 500 nm bo‘lgan nur o‘tmoqda. Teshik orqali o‘tgan yorug‘likning diffraksiya burchagini hisoblang.

Yechish: Diffraksiya burchagini quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$$

Bu yerda: $\lambda=500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$ — yorug‘likning to‘lqin uzunligi, $d=1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3}$ — teshikning kengligi.

Javob: Diffraksiya burchagi $\theta \approx 0.0286^\circ$.

4. Yorug‘likning dispersiyasi

4: Bir shisha prizmasidan 400 nm to‘lqin uzunligidagi yorug‘likning qizil rangi va 700 nm to‘lqin uzunligidagi qizil rangi turlicha tarqaladi. Agar prizma refraktiv indeksi $n_1=1.5$ va $n_2=1.6$ bo‘lsa, har bir to‘lqin uchun dispersiyani hisoblang.

Yechish: Dispersiya to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lib, refraktiv indeks n to‘lqin uzunligiga qarab o‘zgaradi. Buning uchun refraktiv indeksning farqi hisoblanadi:

$$\Delta n = n_1 - n_2$$

400 nm va 700 nm to‘lqinlarining dispersiyasini hisoblashda;

Javob: Har ikkala to‘lqin uchun dispersiya 0.1 ga teng.



5: Agar yorug'lik to'lqini perpendikulyar tarzda va aynan 45° burchakda polaroid filtr orqali o'tsa, qanday holatda maksimal yoki minimal polarizatsiya kuzatiladi?

Yechish: Yorug'likning polarizatsiyasi Malus qonuniga asoslanadi, bu qonun polarizatsiya burchagiga bog'liq: $I=I_0 \cos^2(\theta)$

Bu yerda: I — chiqarilgan yorug'lik intensivligi, I_0 — filtr orqali o'tadigan maksimal yorug'lik intensivligi, θ — yorug'lik to'lqini va filtr orasidagi burchak.

Agar burchak 45° bo'lsa, maksimal polarizatsiya shartlari bajariladi. Minimal polarizatsiya holatida, burchak 90° ga teng bo'ladi.

Javob: 45° burchakda maksimal polarizatsiya va 90° burchakda minimal polarizatsiya kuzatiladi.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1: Yorug'likning vakuumdagi tezligi $c=3 \times 10^8$ m/s. Agar yorug'lik shishaga kirsa va shishaning refraktiv indeksi $n=1.5$ bo'lsa, shishadagi yorug'lik tezligini hisoblang.

2: Yorug'lik bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda qanday sinish burchagi hosil bo'ladi? Agar birinchi muhitda refraktiv indeks $n_1=1.33$ (suv) va ikkinchi muhitda $n_2=1.5$ (shisha) bo'lsa, sinish burchagini hisoblang.

3: Ikkita yorug'lik manbai orasidagi masofa 0.5 mm bo'lsa va ular bir-biriga qarama-qarshi fazada bo'lsa, interferensiya tasvirlarining oraliq masofasini hisoblang. To'lqin uzunligi $\lambda=600$ nm.

4: Ikki yorug'lik manbasining orasidagi masofa 0.3 mm va yorug'lik to'lqinining uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lsa, interferensiya tasvirlarining oraliq masofasini toping.

5: Bir teshikning kengligi $d=1$ mm bo'lsa, undan 600 nm to'lqin uzunligiga ega yorug'lik o'tsa, diffraksiya burchagini hisoblang.



6: Bir teshikning kengligi 0.5 mm bo'lsa va undan 450 nm to'liqin uzunligiga ega yorug'lik o'tsa, diffraksiya tasvirlarining oraliq masofasini toping. Ekran teshikdan 2 m masofada joylashgan.

7: Shisha prizmasidan 500 nm va 700 nm to'liqin uzunliklaridagi yorug'lik chiqmoqda. Agar prizmaning refraktiv indeksi $n_1=1.5$ va $n_2=1.6$ bo'lsa, dispersiyani hisoblang.

8: Shisha prizmasidan 400 nm va 600 nm to'liqin uzunliklaridagi yorug'lik chiqmoqda. Agar prizmaning refraktiv indeksi $n_1=1.52$ va $n_2=1.62$ bo'lsa, dispersiyani toping.

9: Yorug'lik to'liqini va polaroid filtr orasidagi burchak $\theta=30^\circ$ bo'lsa, filtrdan chiqayotgan yorug'lik intensivligini hisoblang, agar filtr orqali o'tgan yorug'lik intensivligi $I_0=100$ mW bo'lsa.

10: Yorug'lik to'liqini va polaroid filtr orasidagi burchak $\theta=45^\circ$ bo'lsa, filtrdan chiqadigan yorug'lik intensivligini hisoblang, agar $I_0=150$ mW bo'lsa.

11: Agar yorug'likning vakuumdagi tezligi $c=3 \times 10^8$ m/s bo'lsa va yorug'lik bir muhitga kirsam, uning tezligi 2×10^8 m/s bo'lsa, bu muhitning refraktiv indeksini hisoblang.

12: Agar yorug'lik bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda tezligi $v_1=2.0 \times 10^8$ m/s va $v_2=1.8 \times 10^8$ m/s bo'lsa, muhitlar orasidagi refraktiv indeksning farqini toping.

13: Prizmadan 400 nm dan 700 nm gacha bo'lgan yorug'lik o'tganda, har bir rangning sinish burchagini hisoblang, agar prizmaning refraktiv indeksi 1.5 bo'lsa.

14: Yorug'likning qizil, yashil va ko'k ranglari prizma orqali o'tganda, har bir rangning tarqalish burchagini hisoblang, agar prizmaning refraktiv indeksi $n_{qizil}=1.52$, $n_{yashil}=1.53$, va $n_{ko'k}=1.54$ bo'lsa.



15: Agar ikki yorug‘lik manbai bir-biriga qarama-qarshi fazada bo‘lsa, va bu manbalardan biri 500 nm, ikkinchisi 600 nm to‘lqin uzunligiga ega bo‘lsa, interferensiya va diffraksiya tasvirlari qanday farqlanadi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

- 1) M.B.Dusmuratov, Fizika (oliy ta‘lim muassasalariga kiruvchilar uchun qo‘llanma), Nizomiy nomidagi TDPU bosmaxonasida nashr qilindi.
- 2) M.H.o‘lmasova, Fizika akademik-litseylar uchun o‘quv qo‘llanma, “o‘qituvchi” nashriyot manbaa ijodiy uyi.
- 3) Uzoqov A., Fizikadan testlar to‘plami, “Toshkent” yangi nashr.
- 4) Wikipedia, ziyonet.uz.