

Бухоро давлат тиббиёт институти
Тиббий ва биологик физика кафедраси
Муаллифлар: С.Х.Умаров, О.У.Шаропов

Yorug'likning to'lqin uzunligini difraktsion panjara yordamida aniqlash

Ishning maqsadi: Difraktsion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash. Har xil to'lqin uzunligidagi yorug'likning inson organizmiga ta'siri haqida ko'nikma va malakalar hosil qilish. Yorug'lik nurlarining tibbiyotda qo'llanilishini o'rganish.

Kerakli jihozlar: Shkalalarga ega bo'lgan optik qurilma, difraktsion panjara, yoritgich, tokga ulagich va ulash simlari.

Nazariy tushuncha

Yorug'likning tabiati – ikkilanmali, ya'ni dualistikdir, yorug'lik – elektromagnit to'lqin, yorug'lik – zarrachalar (fotonlar) oqimi sifatida namoyondir. Yorug'likning dualistik tavsifi Plank formulasida yaqqol ko'rinadi. Unga ko'ra yorug'likning bir kvanti (portsiyasi) $E = h\nu$ energiyaga ega. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, inson tanasidagi ayrim molekulalar yorug'lik energiyasini $h\nu$ ga teng portsiyalar bilan yutadi. Molekulalar yorug'likni ayniqsa ultrabinafsha nurlarni yutganda bu energiya ko'pgina molekulalarni parchalashga etarli bo'lishi mumkin, bunga yorug'likning kimyoviy ta'siri deyiladi.

Molekulalarning har qanday o'zgarishi kimyoviy hodisadir. Odam tanasining oftobda qorayishi bu kimyoviy o'zgarishlarga yaqqol misol bo'lishi mumkin.

Hozirgi paytda biologiyada, kimyoda, texnikada, tibbiyotda va xalq xo'jaligining turli sohalarida ko'llanilayotgan lazer nurlarining ham fizik kattaliklari bilan bir qatorda to'lqin uzunliklarini o'lchash muhim ahamiyatga ega. N.N. Bexteroevning fikriga ko'ra har bir to'lqin uzunlikdagi nur organizmga o'ziga xos psixologik ta'sir ko'rsatar ekan. Masalan, qizil rang qo'zg'atuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib organizmni toliqishiga olib keladi, moviy rang tinchlantirish xususiyatiga ega, yashil rang organizmga hordik chiqarish imkonini beradi, qora rang ruhiyatga qo'rquv hissinini uyg'otadi.

Fizikada yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlashning bir necha usullari mavjud. Shulardan biri **difraktsiya** hodisasiga asoslangan **difraktsion panjara** deb ataluvchi optik asbob yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash eng sodda va qulay usullardan hisoblanadi.

Yorug'likning to'g'ri chiziqli bo'lib tarqalish qonuniyatidan chetlanishi **difraktsiya** deb ataladi.

Bir-biridan bir xil uzoqlikda joylashgan shaffofmas to'siqlar bilan ajratilgan juda ko'p tor tirqishlardan iborat oddiy optik asbob **difraktsion panjara** deyiladi (1-rasm).

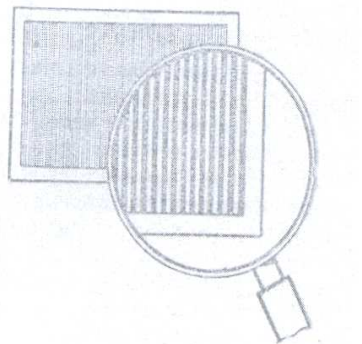
Sifatli difraktsion panjara shisha plastinkali parallel shtrixlar (chiziqlar) tortuvchi maxsus bo'lish mashinasi yordamida tayyorlanadi. Shtrixlar soni 1 mm da 100 dan 2400 gacha etadi, shtrixlarning umumiy soni 100 000 dan ortiq bo'lishi mumkin. Keng tarqalgan difraktsion panjaralar jelatiniga tushirilgan iz bo'lib, bu jelatina ikkita shisha plastinka orasiga solib qo'yiladi.

Qaytaruvchi panjaralar deb ataladigan difraktsion panjaralarning sifati eng yaxshi bo'ladi. Bular yorug'likni qaytaruvchi va o'tkazuvchi qismlari navbatlashib keladigan optik asbobdir. Yorug'likni o'tkazuvchi shtrixlar yaxshilab silliqlangan metall plastinkaga qisqich yordamida chiziladi.

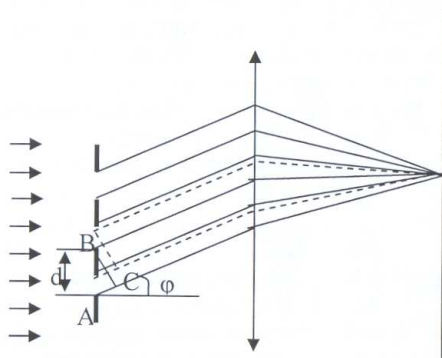
Agar shaffof tirqishlar (ya'ni qaytaruvchi yo'llar) eni **a** bilan, shaffofmas oraliqlar (ya'ni yorug'likni sochuvchi yo'llar) eni **b** bilan belgilansa, $d = a + b$ kattalik **panjaraning davri** yoki **doimiysi** deb ataladi.

Difraktsion panjaraning optik asbob sifatida qimmatli bu panjara hosil qiladigan difraktsion manzara aniqligi bilan belgilanadi. Difraktsion panjaraga oid elementar nazariyaning asosiy jihatlarini ko'rib chiqaylik. Difraktsion panjaraga tabiiy nur tushurilsa difraktsion **maksimum** larda etti xil rangli chiziqlar (spektrlar) o'sil buladi, **minimum** joyda esa qora chiziqlar paydo bo'ladi.

Agar tushirilayotgan nur monoxromatik bo'lsa, u holda maksimumlarda hosil bo'lgan rangli chiziq tushayotgan nurning to'lqin uzunligiga to'g'ri keladi (2-rasm).



1- Rasm.



2-rasm

Tirqishlardagi ikkilamchi kogerent manbalar barcha yo'nalishlarda tarqaluvchi yorug'lik to'lqinlarini hosil qiladi.

Turli nuqtalarda qo'shiluvchi to'lqinlar fazalari ayirmasi - $\Delta\phi$ ning doimiyligini ta'minlovchi sozlangan manba **kogerent manba** deb ataladi.

Tirqishlardan chiquvchi to'lqinlar bir-birini kuchaytiradigan sharoitni topamiz. Buning uchun ϕ burchak bilan belgilanuvchi yo'nalishda tarqaluvchi to'lqinlarni ko'rib chiqamiz. Qo'shni tirqishlarning chetlaridan chikayotgan to'lqinlar orasidagi yo'l ayirmasi AC kesmaning uzunligiga teng. Agar bu kesmada butun sondagi to'lqin uzunliklari joylashsa, barcha tirqishlardan chiquvchi to'lqinlar qo'shilib, bir-birini kuchaytiradi, ya'ni **interferentsion maksimum** hosil bo'ladi.

Maksimumlar qo'yidagi shart bilan belgilanadigan ϕ burchaklar ostida ko'rinadi:

$$d \sin \phi = k \lambda \quad (1)$$

Bu erda $k = 0, 1, 2, \dots$ bular asosiy maksimumlar tartibi deb ataladi. Shuni nazarda tutish kerakki, (2) shart qanoatlantirilganda tirqishlarning pastki (rasm bo'yicha) chetlaridan keluvchi to'lqinlarga emas, balki tirqishlarning boshqa barcha nuqtalaridan keluvchi to'lqinlar ham kuchayadi. Birinchi tirqishdagi har bir nuqtaga ikkinchi tirqishda d masofada turgan nuqta muvofiq keladi. Shu sababli bu nuqtalardan chiqqan ikkilamchi tulkin $k\lambda$ ga teng bulib, bu tulkinlar bir-birini kuchaytiradi.

Agar bu kesmada yarim sonndagi tulkin uzunliklari joylashsa, barcha tirkishlardan chikuvchi tulkinlar kushilib, bir-birini susaytiradi, ya'ni **interferentsion minimum** hosil bo'ladi.

Minimumlar qo'yidagi shart bilan belgilanadigan ϕ burchaklar ostida ko'rinadi:

$$d \sin \phi = k \lambda / 2 \quad (2)$$

ABC uchburchakdan AC katetni topish mumkin:

$$AC = AB \sin \phi = d \sin \phi \quad (3)$$

Panjara orqasiga yig'uvchi linza joylashtiriladi, yig'uvchi linzaning fokus tekisligiga esa ekran qo'yiladi. Linza parallel keluvchi to'liqlarni bir nuqtaga yig'adi (fokuslaydi), to'liqlar xudi ana shu nuqtada qo'shiladi va bir-birini kuchaytiradi. (1) shartni qanoatlantiruvchi ϕ burchaklar ekrandagi maksimumlarning vaziyatini belgilaydi. $k = 0$ ga muvofiq keladigan markaziy maksimumdan boshqa maksimumlarning vaziyati to'liq uzunligiga bog'liq bo'lgani uchun panjara oq yorug'likni spektrga ajratadi. λ qancha kata bo'lsa, ayni bu to'liq uzunligiga muvofiq keladigan maksimum markaziy maksimumdan shuncha uzoq turadi. k ning har bir qiymatiga o'zining spektri muvofiq keladi. Yuqori tartibli (katta k larga muvofiq keladigan) spektrlar bir-birini qisman bekitadi. Difraktsion panjaradan foydalanib, to'liq uzunligini juda aniq o'lchash mumkin. Agar panjaraning davri ma'lum bo'lsa, (1) dan foydalanib to'liq uzunligini aniqlash mumkin. Kipriklarimiz va ular oraliqlari dag'al difraktsion panjaraning o'zidir. Shuning uchun ravshan yorug'lik manbaiga ko'zni qisib qarasak, kamalakdagi ranglarni ko'rishimiz mumkin. Oq yorug'lik kipriklar atrofidagi difraktsiyada tarkibiy qismlarga ajraladi. Yo'llari bir-biriga yaqin bo'lgan uzoq chalinadigan plastinka qaytaruvchi difraktsion panjaraga o'xshaydi. Agar siz elektr lampasining ana shunday plastinkadan qaytgan yorug'ligiga qarasangiz, yorug'likning spektr ranglariga ajralganligini ko'rasiz. k ning har xil qiymatlariga to'g'ri keladigan bir necha spektrni ko'rish mumkin. Agar elektr lampasining yorug'ligi plastinkaga katta burchak hosil qilgan holda tushsa, manzara juda aniq ko'rinadi.

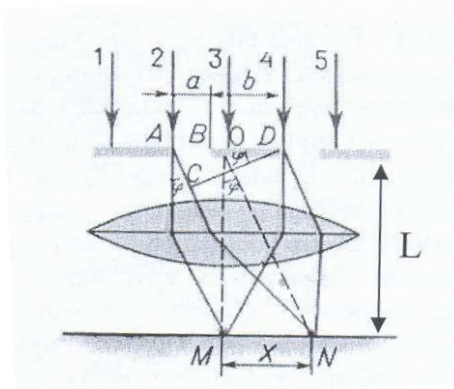
Ishni bajarish

Lampadan chiqayotgan nurlar difraktsion panjaradan o'tib ekranga tushadi. Bunda optik skamyada tirqishni bemaolol harakatlantirish mumkin. Ekranda difraktsion manzara hosil qilinadi. Bunda difraktsion panjaraga tushayotgan yorug'lik oq bo'lgani uchun ekranda rangli spektrlar hosil bo'ladi.

Difraktsiya nazariyasidan ma'lumki birinchi tartibli maksimum uchun $d \sin \phi = k \lambda$ shart bajariladi. Bu erda λ yorug'lik to'liq uzunligi, ϕ difraktsiya burchagi, d esa difraktsion panjara doimiysi bo'lib 0,01 ga teng.

Yorug'likning to'liq uzunligini topish uchun qo'yidagi amallarni bajaramiz.

1. Ekranda difraktsion manzara hosil qilamiz.
2. Rangli spektrlarning birinchi tartiblisidan qizil spektrni tanlab olamiz.
3. Tirqish markazidan qizil spektrning markazigacha bo'lgan masofani o'lchab olamiz.
4. Tirqishdan difraktsion kartina kuzatilayotgan masofani o'lchab olamiz.



3-pacm

Bizga ma'lumki difraktsion panjaraning asosiy formulasi

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

ifoda orqali aniqlangani uchun:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k} \quad (4)$$

3-rasmdan

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{L} \quad (5)$$

ga teng ekanligini hisobga olsak, (5) ifodani (4) qo'ysak:

$$\lambda = \frac{d \cdot \lambda}{k \cdot L} \quad (6)$$

hosil bo'ladi.

Bu erda $\lambda = x$ ga teng bo'lib tirqish markazidan difraktsion manzaradan tanlab olinayotgan rangni markazigacha bo'lgan masofa, L difraktsion manzara kuzatilayotgan ekrandan difraktsion panjaragacha bo'lgan masofa. Bunda $d = 0,01$ mm, k - difraktsion manzaralarning tartibi, L va λ lar tajribadan o'lchanib olinib, har xil rangdagi yorug'lik nuri to'lqin uzunligini aniqlash mumkin.

Olingan natijalarni 1 jadvalga yozamiz.

1- jadval

№	d (mm)	L (mm)	λ (mm)	k	λ (nm)
1					
2					
3					
4					
5					

Nazorat savollari

1. Difraktsiya hodisasi nima?
2. Difraktsion panjara deb nimaga aytiladi?
3. Difraktsion panjara doimiysi nimaga teng?
4. Difraktsion panjaraning asosiy formulasi qanday yoziladi?
5. Kogerent yorug'lik manbai deb qanday manbaga aytiladi?
6. Yorug'lik kvanti energiyasi formulasi qanday yoziladi?
7. Yorug'likning sochilishi nima?
8. Molekulyar sochilish deb qanday sochilishga aytiladi?
9. Yorug'lik interferentsiyasi nima?
10. Yorug'lik interferentsiyasini qanday hosil qilish mumkin?