

27-Mavzu: Yorug'lik interfensiyasi va difraksiyasi.

Reja:

1. Yorug'lik interfensiyasi.
2. Yorug'lik difraksiyasi.
3. Kogerent to'qinlar.
4. Yung metodi.
5. Nyuton halqalari.

Bahor paytida yomg'irdan keyin osmonda paydo bo'ladigan kamalak, sovun pufagi yoki asfaltga to'kilgan yog'da ko'rinadigan rangli jilolarni ko'rib zavqlanamiz. Lekun uning paydo bo'lish sabablari haqida o'ylab ko'rmaymiz. Buning sababi yorug'lik interferensiyasidir. Interferensiya hodisasi istalgan tabiatga ega bo'lgan to'lqinlarga xos. Bu hodisaning mohiyatini tushunib olish uchun o'rganishni mexanik to'lqinlar interferensiyasidan boshlaymiz.

Biror muhitda to'lqinlar tarqalganda ularning har biri bir-biridan mustaqil ravishda xuddi boshqa to'lqinlar yo'qdek tarqaladi. Bunga to'lqinlar tarqalishining **superpozitsiya (mustaqillik) prinsipi** deyiladi. Muhitdagi zarraning istalgan vaqtdagi natijaviy siljishi zarra qatnashgan to'lqin jarayonlari siljishlarining geometrik yig'indisiga teng bo'ladi. Masalan, muhitda ikkita to'lqin tarqalayotgan bo'lsa, ular yetib kelgan nuqtadagi zarrani bir-biridan mustaqil ravishda tebratadi. Agar bu to'lqinlarning chastotalari teng va fazalar farqi o'zgarmas bo'lsa, uchrashgan nuqtasida ular bir-birini kuchaytiradi yoki susaytiradi. Bu hodisaga **to'lqinlar interferensiyasi** deyiladi. Chastotalari teng va fazalar farqi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlar **kogerent to'lqinlar** deyiladi. Demak, kogerent to'lqinlarning uchrashganda bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi hodisasiga to'lqinlar interferensiyasi deyiladi. Qanday holda ular bir-birini kuchaytiradi yoki susaytiradi? Buni o'rganish uchun suv sirtida ikkita kogerent S1 va S2 manbadan chiqqan to'lqinlarning uchrashishini qaraylik (4.13-rasm).

S1 manbadan chiqqan to'lqinning M nuqtagacha bosib o'tgan masofasi d_1 , S2 manbadan chiqqan to'lqinning M nuqtagacha bosib o'tgan masofasi d_2 bo'lsin. U holda $d_2 - d_1 = \Delta d$ —**to'lqinlarning yo'l farqi** deyiladi. Agar yo'l farqi yarim to'lqin uzunligining juft soniga karrali bo'lsa: $d_2 - d_1 = 2k \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$), (4–6) bu nuqtada tebranishlarning kuchayishi kuzatiladi. (4–6) munosabat **interferensiyaning maksimum sharti** deyiladi. Yo'l farqi yarim to'lqin uzunligining toq soniga karrali bo'lsa: $\Delta d = (2k+1) \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$), (4 –7) bu nuqtada tebranishlarning susayishi kuzatiladi.

Yorug'lik interferensiyasi to'lqinlar interferensiyasining xususiy holi hisoblanadi. Uni kuzatish uchun ikkita kogerent manbadan chiqqan yorug'lik to'lqinlarini fazoning ma'lum bir nuqtasida uchrashtirish kerak. Lekin ikkita alohida manbani qanchalik tanlamaylik, ulardan chiqqan yorug'lik nurlari kogerent bo'lmaydi. Shunga ko'ra, asosan bir manbadan chiqqan yorug'lik nurini sun'iy ravishda ikkiga bo'lib, kogerent to'lqinlar hosil qilinadi.

1. Yung metodi (1801-yil). Uning metodi 4.14-rasmda keltirilgan. Quyosh nuri qorong'i xonaga kichik S tirqishdan kiradi. Bu nur ikkita S1 va S2 tirqishdan o'tib, ikkita nurga ajraladi. Ular ekranda uchrashganda markaziy qismda oq polosani, chetki qismlarida rangli polosalarni hosil qiladi. Yung o'z tajribalarida

yorug'lik to'liqin uzunligini aniq topadi. Spektrning chetki binafsha qismi uchun to'liqin uzunligi $0,42 \mu\text{m}$, qizil yorug'lik uchun $0,7 \mu\text{m}$ ni oladi. C L S S1 S2 θ θ Δ d M Ym O 4.14-rasm.

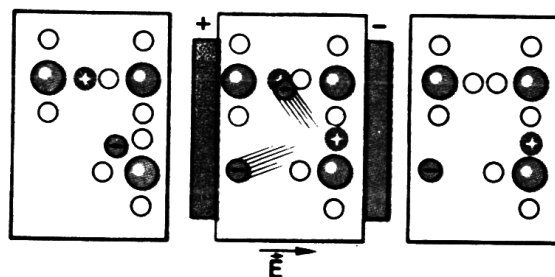
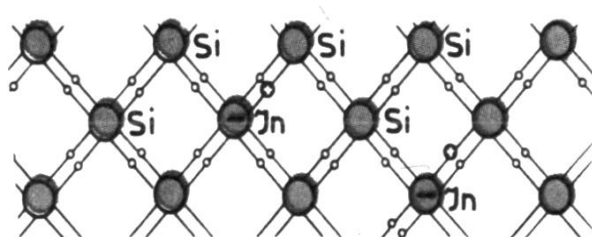
2. Yupqa plyonkaldagi ranglar. Asfaltga to'kilgan yog' va sovun pufagidagi ranglarga qaytaylik. Oq yorug'lik yupqa plyonkaga tushayotgan bo'lsin (4.15-rasm). Tushayotgan to'liqinning bir qismi (1 to'liqin) plyonkaning ustki qismidan qaytadi. Bir qismi plyonka ichiga o'tib, uning pastki sirtidan qaytadi (2 to'liqin).

Har ikkala qaytgan to'liqinlar (1' va 2') yurgan yo'llari bilan farqlanadi. Ular ko'zda uchrashganida interferensiya manzarasi ko'rinadi. Oq yorug'lik to'liqin uzunligi 380 dan 760 nm oraliqda bo'lgan to'liqinlardan iborat bo'lganligidan qabul qiluvchining turli nuqtalarida bir-birini kuchaytiradi va rangli tasvir ko'rinadi.

3. Nyuton halqalari. Yupqa plastina ustiga qavariq sirtga ega bo'lgan linza qo'yilgan bo'lsin (4.16-rasm). Bunda yassi parallel plastina va unga O nuqtada tegadigan linza sirti oralig'ida havo qatlami bo'ladi. Linzaning yassi yuzasiga tushgan yorug'lik havo qatlamining ustki va ostki sirtidan qaytadi. Bu nurlar uchrashganda interferensiyalar manzara ko'rinadi.

Agar qurilma monoxromatik yorug'lik bilan yoritilsa, interferensiyalar manzara yorug' va qorong'i halqalar shaklida bo'ladi. Agar qurilma oq yorug'lik bilan yoritilsa, linzaning tekislikka tegish nuqtasidan qaytgan yorug'likda qorong'i dog' ko'rinadi. Uning atrofida rangli halqalar joylashadi. Tegishli raqamdagi halqaning diametrini o'lchab, yorug'likning to'liqin uzunligini yoki linzaning egrilik radiusini aniqlash mumkin: $r_{\text{yor}} = \left(m + \frac{1}{2} \right) R \lambda$ –yorug' halqalar radiusi; R –linzaning egrilik radiusi, $m=0, 1, 2, 3 \dots$ $r_{\text{qor}} = m R \lambda$ –qorong'i halqalar radiusi.

Yorug'lik difraksiyasi. Yorug'likning o'z yo'lida uchragan to'siqning chetki qismiga kirishini odamlar ancha avval sezganlar. Bu hodisaning ilmiy izohini birinchi bo'lib F. Grimaldi bergan. U narsalar ortida paydo bo'ladigan soyaning xiraroq chiqishini tushuntiradi. U bu hodisani difraksiya deb ataydi. Shunday qilib, to'liqinning o'z yo'lida uchragan to'siqni aylanib o'tishiga **to'liqinlar difraksiyasi** deyiladi. Bunda yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni bajarilmaydi. Difraksiya hodisasi kuzatilishi uchun to'siqning o'lchami unga tushayotgan to'liqin uzunligidan kichik bo'lishi kerak. Yorug'lik difraksiyasini tor tirqishdan yorug'lik o'tganida ham kuzatish mumkin. Bunda ham tirqish o'lchami unga tushgan yorug'lik to'liqini uzunligidan kichik bo'lishi kerak.



Yorqin va aniq difraksion manzarani olish va kuzatish uchun difraksion panjaradan foydalaniladi. Difraksion panjara – yorug'lik difraksiyasi kuzatiladigan

ko'p sonli to'siq va tirqishlar yig'indisidan iborat. Difraksion panjara tirqishlarining joylashishiga qarab ikki turga bo'linadi: tartibli (muntazam) va tartibsiz difraksion panjaralar.

Tartibli difraksion panjarada, tirqishlari ma'lum bir qat'iy tartibda joylashgan bo'ladi. Tartibsiz difraksion panjarada, tirqishlari tartibsiz joylashgan bo'ladi. Yassi tartibli difraksion panjarani tayyorlash uchun olmos yordamida shaffof plastinaga parallel va bir-biriga juda yaqin joylashgan chiziqlar tortiladi. Tortilgan chiziqlar to'siq, ular orasi tirqish vazifasini o'taydi. Tirqishning eni a , to'siq eni b bo'lsin. U holda $a+b=d$ panjaraning doimiysi yoki davri deyiladi. Yorug'likning difraksion panjaradan o'tishini qaraylik (4.17-rasm). $d \sin \varphi = a \sin \theta + b \sin \theta$ 4.17-rasm. Bunda monoxromatik nur panjara tirqishlari tekisligiga tik tushayotgan bo'lsin.

Tirqishdan o'tgan nurlar difraksiya hodisasi tufayli φ burchakka buriladi. Ularni to'plab, ekranga tushiriladi. Ekranida difraksion manzara – qoramtir rangli oraliqlar bilan ajratilgan yorug' polosalar qatori ko'rinadi. 95 Bunda panjara doimiysi d , yorug'likning to'lqin uzunligi λ , nurning panjarada burilish burchagi φ quyidagi formula yordamida bog'langan bo'ladi: $d \sin \varphi = n \lambda$; (4 –8) bunda: n – difraksion maksimumlarning tartib raqami. Agar $n=k$ ($k = 0,1,2,\dots$) bo'lsa, nurlar uchrashganda bir-birini kuchaytiradi. $n = 2k+1$ bo'lganda nurlar bir-birini susaytiradi. Yorug'likda kuzatiladigan interferensiya va difraksiya hodisalari uning to'lqin xususiyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Bu hodisalardan texnikada foydalaniladi. Masalan, interferometr deb ataluvchi asbob juda sezgir bo'lib, u bilan juda kichik burchaklarni aniq o'lchash, yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash, kichkina kesmalarning uzunligini aniqlash, har xil moddalarning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlash, sirtning g'adir-budurligini tekshirish va yaltirash darajasini aniqlash mumkin.

Nazorat savollar:

1. Nima sababdan bir xil quvvatga ega bo'lgan va bir korxonada ishlab chiqargan ikkita lampochkadan chiqqan yorug'lik interferensiya hosil qilmaydi?
2. Difraksiya hodisasidan qaysi joylarda foydalanish mumkin?
3. Difraksion panjarada kuzatiladigan spektrning tartib raqami cheklanganmi?
4. Interferensiya hodisasi kuzatilganda yo'l farqi $3,5 \lambda$ ga teng bo'lsa, nima kuzatiladi?