

O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

Neft va gaz fakulteti

«Texnologik mashina va jihozlar» kafedrası

“Fizika” fanidan

REFERAT

TMJ-118 guruh talabasi

Norboyev Sarvar

INTERFERENSIYANING ISHLATILISHI

Qarshi-2015

INTERFERENSIYANING ISHLATILISHI

Reja:

1. Kogerent to‘lqinlar hosil qilish usullari
2. Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlaydigan qurilmalar
3. Yorug‘lik interferensiyasining ishlatilishi

1. Kogerent to‘lqinlar hosil qilish usullari

Ikkita mustaqil yorug‘lik manbai chiqargan yorug‘lik to‘lqinlari qo‘shilganda intensivliklar qo‘shilishini kuzatish mumkin, interferensiyani emas.

Yuqoridagi mulohazalardan ko‘rinadiki, yorug‘lik nurlarini interferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug‘lik dastalarini hosil qilish kerak. Kogerent yorug‘lik manbai olishning eng mumtoz usullaridan biri yuqorida bayon etilgan Yung usulidir.

Interferensiya olish usullarini **S.I.Vavilov** ikki tipga bo‘ladi:

- **Frenel tipidagi interferensiya (Yung, bikuzgu, biprizma, bilinza usullari va hokazo).**
- **Nyuton tipidagi interferensiya (yupqa pardadagi, ponadagi, Nyuton halqalari va boshqalar).**

Biz quyida kogerent to‘lqinlar hosil qilishning ayrim usullari bilan batafsilroq tanishamiz.

Biyeye bilinzasi. Biyeye nomi bilan mashhur bo‘lgan bu sxema diametri bo‘yicha kesilgan linza yordamida amalga oshiriladi; linzaning ikkala yarimi bir-biridan ozgina uzoqlashtiriladi, shu tufayli nurlanuvchi **S** nuqtaning ikki **S₁** va **S₂** haqiqiy tasviri hosil bo‘ladi. Yarim linzalar orasidagi yoriqni **K** ekran yopib turadi (2.9-rasm).

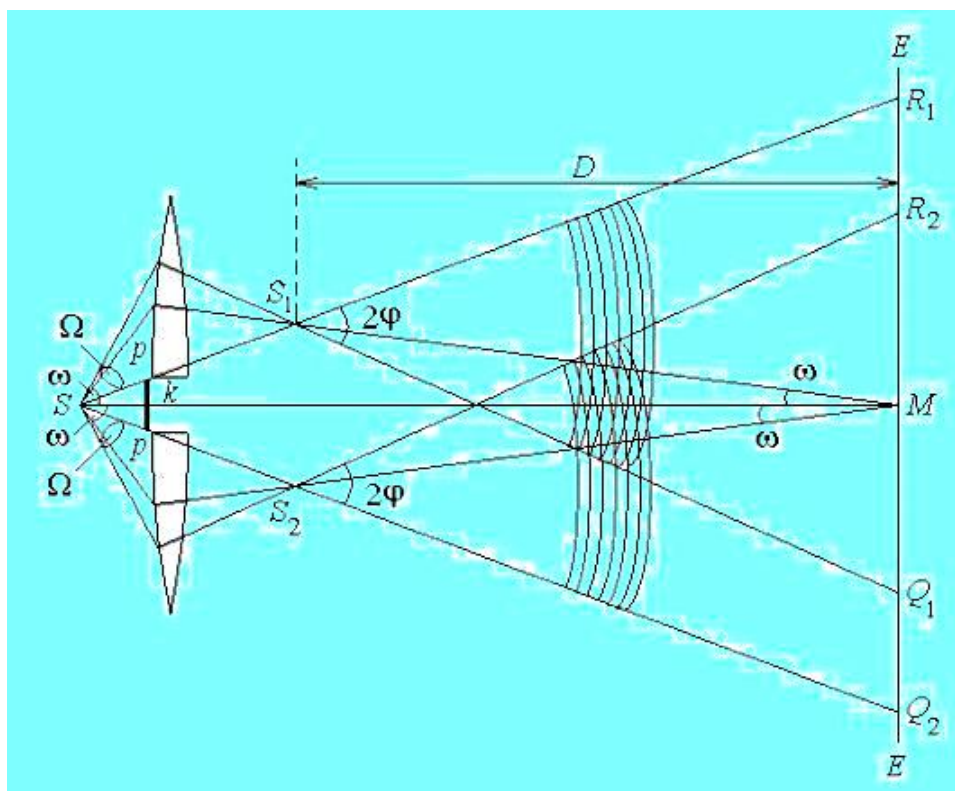
S₁ va **S₂** lardan kelayotgan ikkala yorug‘lik oqimi ustma-ust tushgan sohada interferensiya yuz beradi. Interferension maydondagi **M** nuqtaning yoritilganligi interferensiyalashuvchi ikki nurning yo‘l farqiga bog‘liq. Chizmadan ko‘rinishicha, interferensiyalashuvchi yorug‘lik oqimlari **Ω** fazoviy burchak o‘lchamlari orqali belgilanadi, bu burchaklar kattaligi dastalarning ustma-ust tushgan qismlarini aniqlovchi nurlar orasidagi $2\varphi = \angle Q_1 S_1 R_1 = \angle Q_2 S_2 R_2$ burchakka bog‘liq bo‘ladi. Bu **2φ** burchak *ustma-ust tushgan dastalar aperturasi* deb ataladi. **2φ** burchakning maksimal qiymati $S_1 Q_1 \parallel S_2 Q_2$ va $S_1 R_1 \parallel S_2 R_2$ shartga mos keladi; bu holda ekran cheksizlikda joylashgan bo‘ladi. Odatda **2φ** burchak birmuncha kichik bo‘ladi, chunki ekran **S₁** **S₂** ga nisbatan katta bo‘lgan chekli **D** masofada joylashgan. **2φ** aperturaning kattaligi interferension maydonning burchakli o‘lchamlarini

ifodalaydi, bu maydonning o'rtacha yoritilganligi S_1 va S_2 manbalar tasvirlarining ravshanligi va burchakli o'lchamlariga bog'liq. Interferensiya maydoni orqali o'tgan to'la oqim shu maydon yuziga va, demak, 2φ burchakka proporsionaldir. Interferension maydonda interferensiya tufayli yoritilganlik taqsimoti o'zgaradi, ya'ni interferension polosalar hosil bo'ladi.

S dan chiqib interferometrning har bir tarmog'i orqali M ga kelayotgan mos nurlar orasidagi 2ω burchak M nuqtadagi interferension effektini aniqlovchi nurlarning yoyilish burchagidan iborat. Amalda bu burchak interferension maydonning har qanday boshqa nuqtasi uchun ham o'shanday qiymatga ega bo'ladi. Bu burchakni biz *interferensiya aperturasi* deb ataymiz. Interferensiya maydonida unga 2ω *nurlar uchrashish burchagi* mos bo'lib, uning kattaligi 2ω burchakka tasvirlar yasash qoidalari orqali bog'langan. Ekranigacha bo'lgan masofa o'zgarmaganda 2ω qancha katta bo'lsa, 2ω shuncha katta bo'ladi.

Interferensiya aperturasining 2ω kattaligi manbaning ruxsat etilgan o'lchamlariga ko'p bog'liq. Nazariya va tajribaning ko'rsatishicha, interferensiya aperturasi ortishi bilan manba kengligining ruxsat etilgan o'lchamlari, ya'ni hali aniq interferension manzara ko'rinadigan holdagi o'lchamlari kamayadi.

Biyye interferometrining asosiy xususiyatlari har qanday interferension sxemada takrorlanadi.



1 – rasm. Biyye bilinzasi.

$\angle R_1 S_1 Q_1 = \angle R_2 S_2 Q_2 = 2\varphi$ – cheksiz uzoqdagi ekran holi uchun ustma – ust tushuvchi dastalar aperturasi; $\angle PSP = 2\omega$ – ekranning markaziy M nuqtasi uchun interferensiya aperturasi.

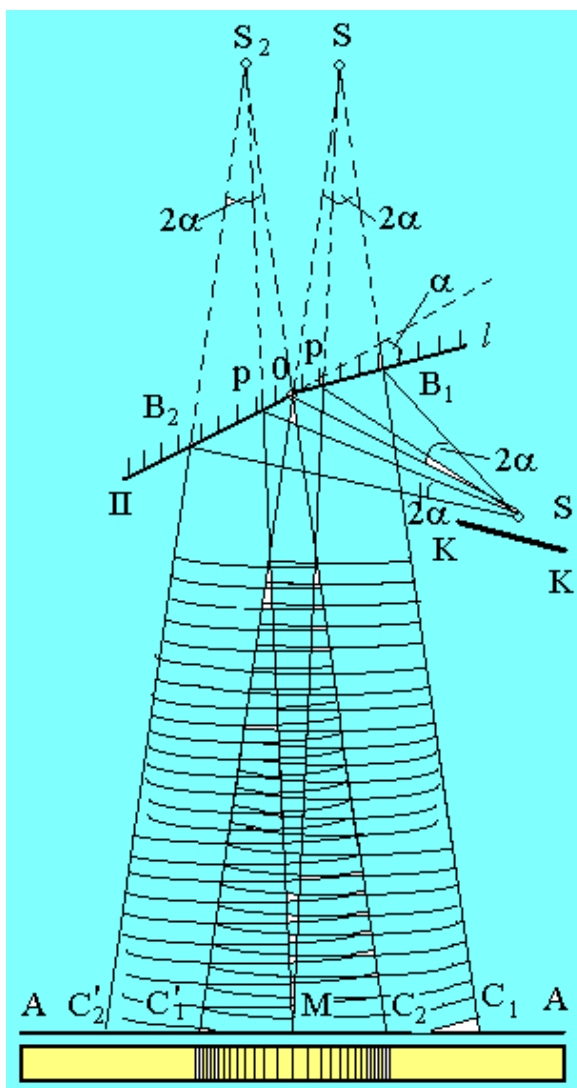
Frenelning biko‘zgulari. S ning S_1 va S_2 mavhum tasvirlari kogerent to‘lqinlar manbalari bo‘ladi (2.10-rasm). Ko‘zgular orasidagi α burchak qancha kichik bo‘lsa, $S_1 S_2 = 2l$ masofa shuncha kichikroq va, binobarin, interferensiyon manzara shuncha yirikroq bo‘ladi. Interferensiyalashuvchi dastalar hali qisman ustma-ust tushaoladigan maksimal fazoviy burchakni

$$S_1 B_1 C_1 \parallel S_2 O C_2 \text{ va } S_1 O C_1' \parallel S_2 B_2 C_2'$$

shartdan topiluvchi $2\varphi = \angle C_1 S_1 C_1' = \angle C_2 S_2 C_2'$ burchak aniqlaydi. Bunda ekran yetarlicha uzoqda joylashgan bo‘lishi kerak.

Qaytish qonunlariga asosan, $2\varphi = 2\alpha$, bu yerda α - ko‘zgular orasidagi burchak. Shunday qilib, ustma-ust tushuvchi dastalar aperturasi 2α dan katta bo‘la olmaydi. Chekli masofada joylashgan ekran uchun $2\varphi < 2\alpha$. $2\omega = \angle PSP$ interferensiya aperturasi ham, ya’ni qaytgandan so‘ng ancha uzoqdagi ekranning

biror nuqtasida uchrashib, interferensiyalashuvchi nurlar jufti orasidagi burchak ham 2α qiymatga ega bo'ladi. 2-rasmda S_1 S_2 dan chekli masofada joylashgan ekran maydonining markaziy M nuqtasi uchun interferensiya aperturasi ko'rsatilgan.



2 – rasm. Frenelning biprizmasi.

$$\angle PSP = 2\omega$$

$$\angle R_1 S_1 Q_1 = \angle R_2 S_2 Q_2$$

Shunday qilib, Frenel biko'zgularidan ustma-ust tushuvchi dastalar aperturasi ham (bu apertura interferensiyalashuvchi oqimlarning fazoviy burchagini aniqlaydi), interferensiya aperturasi ham bir xil qiymatga ega bo'lib, ko'zgular orasidagi (burchak kattaligiga bog'liq. Bu aytilganlarga asosan, Frenel biko'zgulari katta o'lchovli intereferension manzara hosil qila olmasligi va bu qurilma demonstratsiya uchun uncha yaroqli emas ekanligi kelib chiqadi. Bundan tashqari, yetarlicha keng intereferension polosalar hosil qilish uchun ish vaqtida ko'zgular

orasidagi burchakning qiymatlari kichik bo'lishi kerak, ayni vaqtda ko'zgular birikkan joyda pog'onacha hosil bo'lib qolmasligini kuzatib borish kerak, aks holda pog'onacha qo'shimcha yo'l farqi hosil qiladi. Yuqorida keltirilgan usullardan tashqari ham interferensiya olishning juda ko'p usullari mavjud.

2. Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlaydigan qurilmalar

Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlaydigan qurilmalarga interferometrlar deyiladi. Interferometrlar ishlash prinsipi va tuzilishiga asosan **ikki nurli** va **ko'p nurli** interferometrlarga bo'linadi. Ikki nurli interferometrlarga Jamen va Maykelson interferometrlari, ko'p nurli interferometrlarga Fabri-Pero interferometrlari misol bo'la oladi. Biz quyida shu interferometrlarga qisman to'xtalamiz.

2.1. Jamen interferometri

Bu interferometr qalinligi d bir xil bo'lgan ikkita yassi shisha plastinkadan iborat (11-rasm). Yorug'lik birinchi plastinkaga tushib qisman qaytadi va qisman plastinkada sinib uning ikkinchi sirtidan qaytadi. Nurlar yo'li chizmada ko'rsatilgan. A nuqtada nurlarning ajralishidan yo'llar farqi hosil bo'ladi:

$$\Delta_1 = 2dn \cos \varphi_1 - \frac{\lambda}{2}.$$

Nurlar B nuqtada uchrashganda yo'llar farqi ortadi.

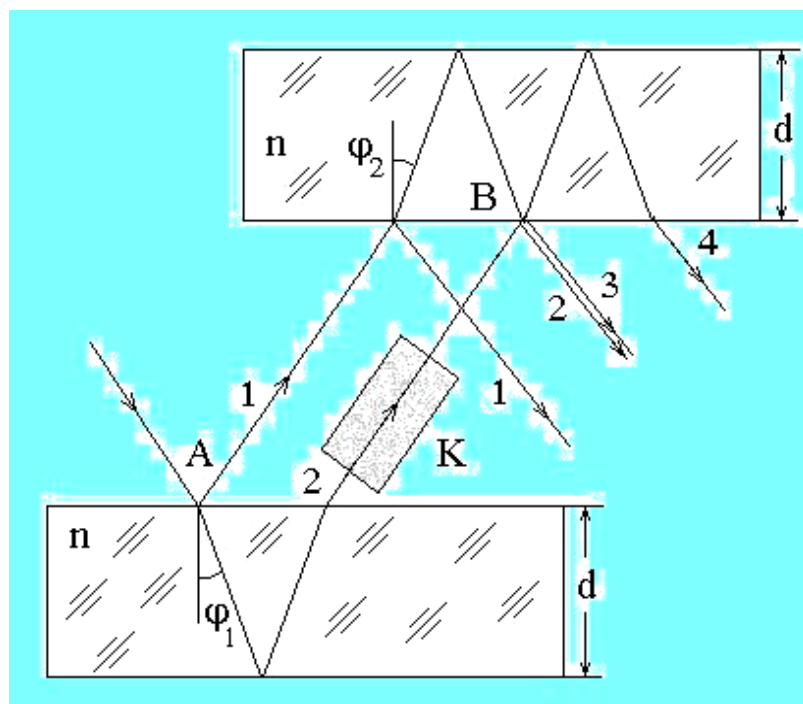
$$\Delta_2 = -2dn \cos \varphi_2 + \frac{\lambda}{2}$$

d - plastinkalar qalinligi, n - sindirish ko'rsatgichi. Agar plastinkalar bir-biriga nisbatan qat'iy parallel va bir xil bo'lsa, yo'llar farqi nol ($\Delta=0$) bo'ladi. Agar plastinkalar orasida juda kichik ε burchak hosil bo'lsa, yo'llar farqi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta = 2nd(\cos \varphi_1' - \cos \varphi_2') \approx 2nd \sin \varphi_1 \cdot \Delta \varphi \approx nd\varepsilon \sin \varphi_1,$$

bu yerda

$$\varphi_1 = \frac{\varphi_1' + \varphi_2'}{2}, \quad \Delta \varphi = \frac{\varepsilon}{2}.$$



3-rasm. Jamen interferometri.

ε burchak qancha kichik bo'lsa, qo'shni maksimumlar bir-biridan shuncha uzoqroq bo'ladi. Birorta nurning tarqalish sharti o'zgarsa, interferensiyon manzara buziladi. Birorta nurning yo'liga gaz bilan tuldirilgan K kyuvetani joylashtirib, uning sindirish ko'rsatkichini aniqlash mumkin. Kyuvetadagi bosimni o'zgartirib, sindirish ko'rsatkichiga bosimning ta'sirini (yoki temperaturaning ta'sirini) o'rganish mumkin.

Agar $\Delta = m\lambda$ bo'lsa yoritilganlik maksimum, $\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$ bo'lsa minimum

bo'ladi. Hosil qilingan interferensiyon yo'llar teng og'ishga tegishlidir. Nurlar birinchi plastinkadan ikkinchisiga o'tishda ko'proq ajralishi uchun plastinkalar qalin qilib yasaladi.

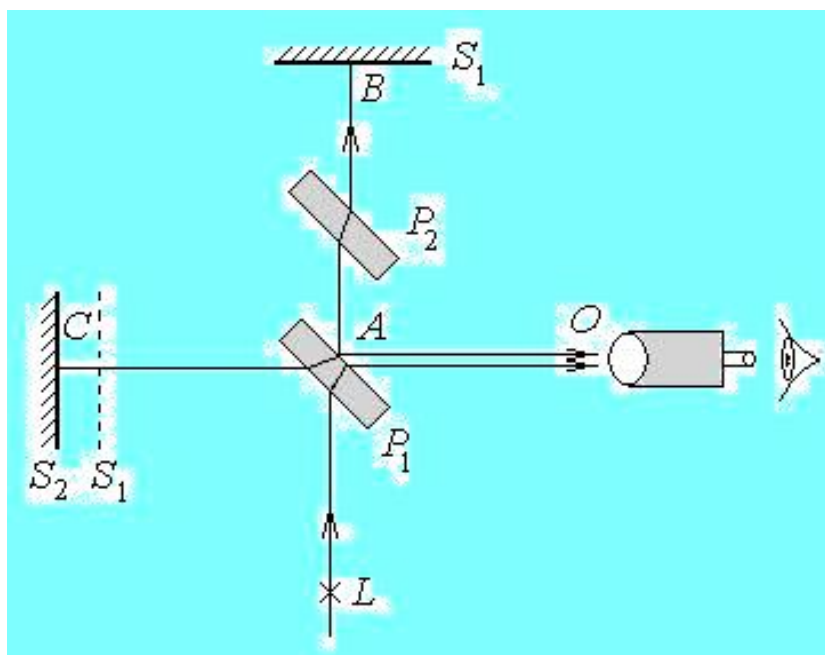
$$\Delta' = \ell(n_2 - n_1)$$

ℓ - modda qalinligi. Agar $\Delta' = m\lambda_0$ bo'lsa u vaqtda interferensiyon yo'llarning hammasi m - interferensiyon yo'l kattaligiga siljiydi. m , ℓ larni bilib, $n_2 - n_1$ ni bilish mumkin. $n_1 = 1$ ga teng. Havoning sinish ko'rsatkichi n_2 ni ya'ni moddaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash mumkin.

Bu interferometrning sezgirligi katta, shuning uchun u gazlar sindirish ko'rsatkichini aniqlashda ishlatiladi.

2.2. Maykelson interferometri

Interferension manzaralar hosil qiluvchi qurilmalar ko'p. Bunday qurilmalardan biri fan tarixida muhim rol o'ynagan Maykelson interferometrdir. Maykelson interferometrining chizmasi 4-rasmدا keltirilgan. L manbadan chiqayotgan dasta yupqa kumush yoki alyuminiy qatlami qoplangan P_1 plastinkaga tushadi. P_1 plastinka orqali o'tgan AB nur S_1 ko'zgudan qaytadi va yana P_1 plastinkaga tushib, qisman undan o'tadi va qisman AO yo'nalishda qaytadi. AC nur S_2 ko'zgudan qaytadi va P_1 plastinkaga tushib qisman AO yo'nalishda o'tadi. AO yo'nalishda tarqalayotgan ikkala (1 va 2) to'lqin L manbadan chiqayotgan ajratilgan to'lqinlar bo'lgani uchun ular o'zaro kogerent bo'ladi va bir-biri bilan interferensiyalasha oladi. 2 nur P_1 plastinkani uch marta, 1 nur esa bir marta kesib o'tgani uchun, 1 nur yo'lga P_1 plastinka bilan bir xil bo'lgan P_2 plastinka qo'yiladi: bu plastinka oq yorug'lik bilan ishlaganda muhim bo'lgan qo'shimcha yo'l farqini kompensatsiyalash maqsadida qo'yiladi.



4- rasm. Maykelson interferometri.

Bu interferensiyalar manzarasi S_2 ko'zga bilan S_1 ko'zga ko'zining P_1 plastinkadagi mavhum S'_1 tasviri orasida hosil bo'lgan havoning qatlamidagi interferensiyaga mos keladi. Halqalarning burchakli diametri interferometr yelkalarining uzunliklarining farqi va interferensiyaning tartibiga bog'liq ravishda $2dncosr = m\lambda$ munosabatdan aniqlanadi. Ravshanki, r burchakning qiymati juda kichik bo'lganda ko'zga ko'zining chorak to'liq uzunligi qadar surilishi ko'zga ko'zining maydonida yorug' halqaning qora halqa o'rniga va aksincha, qora halqaning yorug' halqa o'rniga tushishiga mos keladi.

Ko'zga ko'zlar rostdash vintlari vositasida to'g'rilanadi. Ko'pincha ko'zga ko'zlar shunday o'rnatiladiki, bunda ekvalent havoning qatlamining qirrasiga parallel joylashadigan teng qalinlik interferensiyalar polosalari ko'rinadi. Ko'zga ko'zlar orasidagi masofalar katta bo'lganda interferensiyalar nurlari orasidagi yo'l farqi g'oyat katta ($10^6 \lambda$ dan ortiq) qiymatlarga yetishishi mumkin, ya'ni millioninchi chamasidagi polosalar ko'rinadi.

Ravshanki, bu holda monoxromatiklik darajasi juda yuqori bo'lgan yorug'lik manbalari kerak. V.P.Linnik «mikrointerferometr» yasadi, bu asbob Maykelsonning kichik interferometri bo'lib, odatdagi mikroskopga kiygiziladi. Bu asbob sirtidagi juda mayda notekisliklarni kuzatish va o'lchashga imkon beradi hamda sirtlar sifatini tekshirishda ishlatilishi mumkin.

Ammo ikki nurning interferensiyalashishi tufayli vujudga keladigan manzaraning bir kamchiligi mavjud: ekrandagi yoritilganlik maksimumdan minimumga tomon asta-sekin o'zgarib boradi. Boshqacha qilib aytganda maksimumlar yoyilganroq bo'lib, umumiy fonda unchalik aniq ajralib turmaydi. Interferensiyalar manzaraning keskinligini oshirish uchun ikki emas, balki ko'proq kogerent nurlarning interferensiyalashishidan foydalanish lozim. Shuning uchun ham hozirgi vaqtda asosan ko'p nurlu interferometrlar ishlatiladi. Shunday interferometrlardan biri Fabri-Pero interferometridir.

2.3.Fabri-Pero interferometri

Fabri-Pero interferometri ko‘p nurli interferometrlar turiga kiradi. Fabri-Pero interferometri ko‘proq spektral chiziq konturini tekshirish uchun ishlatiladi. Keyingi vaqtlarda to‘lqin uzunligining ma’lum oblastida yorug‘likni utkazuvchi interferensiyalar filtrlar keng ishlatiladi. Bu filtrlar Fabri-Pero interferometrining ishlash prinsipiga asoslangan.

Interferensiyaning ikki qo‘shni tartiblarining ustma-ust tushmasligi uchun interferometr tomonidan tekshirilayotgan struktura kengligi ikkita qo‘shni maksimumlar orasidagi masofadan oshmasligi, ya’ni quyidagi shart bajarilishi kerak.

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{m}$$

Eng katta ehtimolli interferensiya tartibi $m = \frac{2\ell}{\lambda}$ bo‘lganligi uchun $\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\ell}$.

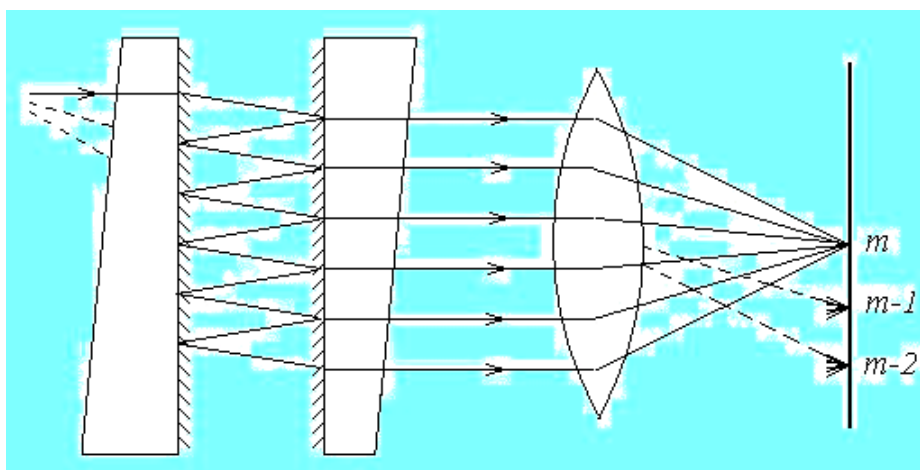
Bu yerdan plastinkalar orasidagi chegaraviy masofa $\ell = \frac{\lambda^2}{2\Delta\lambda}$ bo‘ladi.

$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\ell}$ bilan aniqlanadigan to‘lqin uzunliklarining intervali interferometrning erkin dispersiya oblasti deyiladi. $\ell = 0,5 \text{ sm}$, $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ bo‘lganda $\Delta\lambda = 0,25 \text{ \AA}$ bo‘ladi. ℓ -ning oshishi bilan erkin dispersiya oblasti kamayadi. Mana shuning uchun ham Fabri-Pero interferometri ko‘proq spektral chiziqlarni tekshirish uchun ishlatiladi. Bu interferometrning tuzilishi bilan batafsilroq tanishaylik.

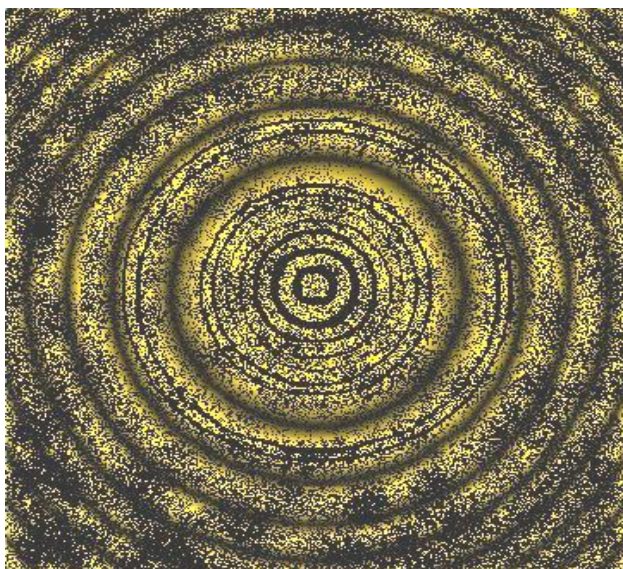
Bu asbob odatda havo qatlamli yassi-parallel plastinkadan iborat. Bu plastinka yaxshilab silliqlangan va jilolangan shisha yoki kvarts plastinkalarning ikkita yassi sirti orasida hosil bo‘ladi; shisha yoki kvarts plastinkalarning bir-biriga qaragan sirtlari qat’iy parallel bo‘ladigan qilib o‘rnatiladi (2.13-rasm). Tashqi sirtlar odatda ichkilari bilan biror burchak hosil qiladi, bunday qilinganda tashqi sirtlardan qaytgan yorug‘lik shu’lasi (**blik**) asosiy manzarani kuzatishga halaqit bermaydi. Sirtlarni bir-biridan ma’lum masofada parallel o‘rnatish uchun plastinkalar orasiga **invar**dan yasalgan halqa qo‘yiladi. Bu halqaning ikkala tomonida uchtdan chizig‘i bo‘lib, bularga plastinkalar uchta prujina bilan qisib qo‘yiladi. Chiziqlar ko‘zgular bir-

biriga parallel turadigan qilib silliq lab ishlangan. Bir oz parallel bo'lmay qolganda tegishli prujinani bosish bilan ko'zgular parallel holatga keltiriladi.

Yaxshi asboblardan plastinkalar sirti $1/200$ to'liq uzunligigacha aniqlikda yassi qilinadi. Plastinkalarning ichki yuzlariga (orasida havo qatlami joylashgan yuzlariga) kumush yoki boshqa metal yalatiladi (qoplanadi), shunday qilinganda nurlarning qaytish koeffitsiyenti ancha yuqori bo'ladi. Interferension manzara teng og'malik halqalari shaklida bo'ladi, chunki etalonga enlik yorug'lik manbaidan yoyiluvchi yorug'lik dastasi tushiriladi (2.13-rasmda bu dastadagi nurlardan birining yo'li ko'rsatilgan). Interferensiya tartibi plastinkalar orasidagi masofa bilan aniqlanadi (bu masofa 1 dan 100 mm gacha, maxsus etalonlarda esa ancha katta - 1 m gacha bo'ladi). Shuning uchun kuzatiladigan interferensiya tartiblari juda yuqoridir. $d = 5 \text{ mm}$ bo'lganda $m \approx 20000$.



5-rasm. Fabri–Pero interferension etalonining sxemasi.



6-rasm. Fabri-Pero etalonida ko‘rinadigan interferensiyalar manzarasi (teng og‘malik chiziqlari).

Metall qatlamidan qaytish koeffitsiyenti qancha katta bo‘lsa, interferensiyalar manzarasi aniqroq bo‘ladi. Shisha sirtiga metall qatlami qoplanmaganda $R=0,04$ bo‘ladi. Shisha sirtiga metall qoplashning hozirgi zamon usullari R ni $R=0,90-0,95$ ga yetkazishga imkon beradi. Keyingi vaqtlarda qoplama bir necha qavatli qilib ishlanib, qaytarish koeffitsiyenti $0,99$ ga yetkaziladi. Odatda R ning qiymatlari to‘lqin uzunligiga birmuncha bog‘liq (2.14-rasm).

6. Yorug‘lik interferensiyasining ishlatilishi

Yorug‘lik interferensiyasi fan, texnikada va ishlab chiqarishda juda keng qo‘llaniladi. Bu hodisa gaz holatidagi moddalarning sindirish ko‘rsatkichlarini, (to‘lqin uzunliklarini, burchaklarni aniq o‘lchash, yuzalarning silliqiligini kontrol qilish uchun ishlatiladi. Interferensiyaning bundan tashqari eng muhim qo‘llanishlaridan biri «**optik yoritish**» deb nom olgan. «Optik yoritish»ning mohiyati quyidagilardan iborat. Ko‘pgina hozirgi zamon asboblari murakkab optik sistemalar, qaytaruvchi sirtlardan tashkil topgan bo‘lib, nurlarning bu sirtlardan o‘tishida qaytishi tufayli intensivligi va natijada asboblarning yoritish kuchi

pasayadi. Bu effektini yoʻqotish uchun optik sistemalar sirtida sindirish koʻrsatkichi optik material sindirish koʻrsatkichidan kichik boʻlgan yupqa, shaffof qatlam hosil qilinadi.

Koʻp hollarda sirtning qaytarish koeffitsiyentini kamaytirish bilan birgalikda uni oshirish ham talab etiladi. Masalan: qaytarish koeffitsiyenti juda yuqori boʻlgan koʻzgular hosil qilish maqsadida (lazerlarda rezonatorlar ana shunday koʻzgulardan iborat). Buning uchun ham yorugʻlikning interferensiya hodisasi juda qoʻl keladi. Bu vaqtda sindirish koʻrsatkichi katta va kichik boʻlgan yupqa (11-13 tagacha) qatlamlar hosil qilinib, bu qatlamlardan qaytuvchi nurlar orasidagi fazalar farqi 2π ga teng qilib olinsa, qaytgan nurlar bir-birini kuchaytiradi. Natijada qaytarish koeffitsiyenti 0,99 boʻlgan koʻzgu hosil qilish mumkin.

Xulosa

Ushbu referatda interferensiya hodisasi hamda undan fan va texnikada foydalanish haqida fikr yuritilgan. Yorugʻlik nurlarini interferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorugʻlik dastalarini hosil qilish kerak. Kogerent yorugʻlik manbai olishning eng mumtoz usullaridan biri yuqorida bayon etilgan Yung usulidir. Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlaydigan qurilmalarga interferometrlar deyiladi. Interferometrlar ishlash prinsipi va tuzilishiga asosan ikki nurli va koʻp nurli interferometrlarga boʻlinadi. Ikki nurli interferometrlarga Jamen va Maykelson interferometrlari, koʻp nurli interferometrlarga Fabri-Pero interferometrlari misol boʻla oladi. Fabri-Pero interferometri koʻp nurli interferometrlar turiga kiradi. Fabri-Pero interferometri koʻproq spektral chiziq konturini tekshirish uchun ishlatiladi. Keyingi vaqtlarda toʻlqin uzunligining maʼlum oblastida yorugʻlikni utkazuvchi interferensiyon filtrlar keng ishlatiladi. Bu filtrlar Fabri-Pero interferometrining ishlash prinsipiga asoslangan.

Interferensiyaning ikki qoʻshni tartiblarining ustma-ust tushmasligi uchun interferometr tomonidan tekshirilayotgan struktura kengligi ikkita qoʻshni maksimumlar orasidagi masofadan oshmasligi, yaʼni quyidagi shart bajarilishi kerak.