

3- дәріс Жарық интерференциясын бақылау тәсілдері. Интерференция құбылысын қолдану.

*Жоспар:*Интерференциялық жолақтардың ені. Толқын фронтын бөлу арқылы когерентті тербеліс алу жолдары: Юнг тәжірибесі, Френель айнасы, Френель бипризмасы.Толқын амплитудасын бөлу арқылы когерентті шоқтар алу жолдары: көлбеулігі бірдей жолақтар, қалыңдығы бірдей жолақтар. Ньютон сақиналары .Беттің күйін зерттеу. Мөлдір денелердің арасындағы кіші бұрыштарды анықтау. Оптиканы мөлдірлеу. Екі сәулелік интерферометрлер: Жамен, Рождественский, Майкельсон интерферометрлері. Көпсәулелік интерферометрлер: Фабри-Перо, Люммер-Герке интерферометрлері.

Когерентті толқындар қосылған жағдайда интерференциялық жолақтардың ені максимум және минимум жағдай үшін бірдей болып мына формуламен анықталады.

$$\Delta x = \frac{l}{d} \cdot \lambda \quad (1)$$

мұндағы l - жарық көзінен экранға дейінгі қашықтық, d -жарық көздерінің ара қашықтығы, λ - толқын ұзындығы.

Когерентті шоқтарды толқын фронты бөлу және толқын амплитудасын бөлу арқылы алады.

Юнг алғаш рет көлемді жарық көзінен келген жарықты саңылаудан өткізіп одан өткен жарық жолына екі саңылауы бар диафрагма қою арқылы интерференциялық кескін алған. Екі саңылаудан келген жарық экранда тоғысқан жағдайда бір жарық көзінен шыққандықтан когерентті болатындықтан интерференция береді.

Осындай тәжірибелерді Френель қос айна және бипризма арқылы жасаған. Френель тәжірибелерінде жарық көзінен түскен жарық айналардан шағылғаннан кейін ж/е бипризмадан сынғаннан кейін экранда екі айнадан (призмадан) келген шоқтар қиылысатын облыста интерференциялық кескін пайда болады.

Жазық мөлдір параллель пластинкаға шексіздікте орналасқан жарық көзінен келген жарық түскен жағдайда пластинканың жоғарғы ж/е ішкі бетінен жарық сәулелелерін түйістіру арқылы интерференциялық жолақтар алуға болады. Сәулелердің оптикалық жол айырымы былай анықталады.

$$\Delta d = 2hn \cos r \pm \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Теңдеудегі $\lambda/2$ мүшесінің болуы оптикалық тығыз ортадан шағылған жағдайдағы жарым толқын ұзындығын жоғалтуына байланысты.

Сәулелердің жол айырымы бүтін толқын ұзындығына еселі болғанда А нүктесінде максимум бақыланады, ал егер жарым толқын ұзындығына так еселі болғанда минимум бақыланады:

$$2hn \cos r \pm \frac{\lambda}{2} = m\lambda \quad (3)$$

$$2hn \cos r \pm \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2} \quad (4)$$

(4)-тендеуді түсу бұрышы арқылы өрнектесек:

$$2hn\sqrt{1 - \sin^2 r} \pm \frac{\lambda}{2} = 2h\sqrt{n^2 - n_0^2 \sin^2 i} \pm \frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

Интерференциялық жолақтарды көлбеу мөлдір пластинкадан шағылған жағдайда да бақылауға болады. Максимум және минимум шарты (3 ж/е 4) теңдеулеріне сәйкес келеді.

Ньютон, жазық дөңес линзаны мөлдір шыны пластинка бетіне қойған кезде линзаның дөңес бетінен ж/е пластинкадан шағылған жарықтардың тоғысуынан центрлі қара ж/е ақ сақиналардан тұратын шеңбер түріндегі интерференциялық кескін бақылаған. Осы сақиналарды Ньютон сақиналары деп атайды. Шағылған жарықтағы Ньютон сақиналары максимумының радиустары мынадай формуламен анықталады.

$$r_m = \sqrt{(m - 1/2)\lambda_0 R} \quad (m=1, 2, 3, \dots) \quad (6)$$

Теңдеудегі R- линзаның қисықтық радиусы, m интерференциялық жолақтың реті. Минимум радиустары төмендегі теңдеумен анықталады.

$$r_m = \sqrt{m\lambda_0 R} \quad (m=0, 1, 2, \dots) \quad (7)$$

Өткен жарық жағдайында максимум мен минимум шарты шағылған жағдайға керісінше болады.

Интерференцияның қолданылуы. Интерферометрлер.

Интерференциялық кескіннің формасы, максимум мен минимумдар жағдайы пластинканың қалыңдығы мен формасына, олардың беттері арасындағы бұрышқа ж/е бетінің күйіне байланысты болады. Сондықтан интерференциялық кескінді зерттеу нәтижесінде мөлдір бет күйінің жағдайын анықтауға болады. Интерференциялық әдістің құндылығы ол сипаттамалардың аз өзгерісіне сезімтал болады. Өйткені қолданатын жарық толқынының ұзындығы шамамен 10^{-5} см болады.

Сына тәрізді мөлдір беттер арасындағы өте кішкентай бұрыштарды интерференциялық әдіспен анықтауға болады. Бұрыш өте кішкентай болғанда мына теңдеумен анықталады.

$$a = \lambda/2nl \quad (8)$$

Егер $\lambda = 10^{-5}$ см, $n = 1,5$ ж/е $l = 2,5$ мм болғанда

$$a \cong 14''$$

Интерференциялық әдіспен беттер арасындағы өте кішкентай бұрыштарды анықтауға болады.

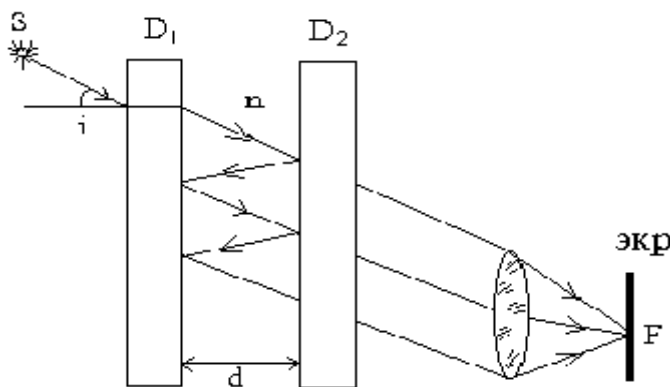
Қазіргі оптикалық құралдарда бірнеше шағылдырғыш беттер қолданылады. Жарық нормаль бағытта түскен жағдайда шынының шағылдыру коэффициенті $R \cong 0,04$. Егер шағылдырушы беттер саны төртке тең болса, онда 20 % -тей интенсивтілік шағылудан жоғалады. Шыны бетке арнайы әдіспен мөлдір үлдір беттер тозандандырылады. Белгілі шарт жағдайында үлдір мен шыныдан шағылған сәулелер қарама-қарсы фазада болып бірін-бірі әлсіретеді. Ол үшін үлдір мен шыны сыну көрсеткіштерінің арасында мынадай қатынас болу керек.

$$n = \sqrt{n_0} \quad (9)$$

n, n_0 - сәйкесінше үлдірдің ж/е шынының сыну көрсеткіштері.

Интерференция құбылысының негізінде жұмыс істейтін жоғары дәлдіктегі техникалық ж/е физикалық өлшеулер жүргізетін құралдарды *интерферометрлер* д.а. Интерферометрлер екі сәулелік ж/е көп сәулелік болып бөлінеді. Жамен интерферометрі мөлдір екі параллель пластинкадан тұрады. Пластинкадан шағылған сәулелердің интерференциясы негізінде ортаның сыну көрсеткішінің өзгерісін өте жоғары дәлдікпен $\Delta n \sim 10^{-7}$ өлшеуге болады.

Интерферометрлердің бірнеше түрлері бар. Мысалы, Жамен, Майкельсон, Линник, Фабри-Перо Интерферометрлері. Олардың барлық түрінің құрылысы әртүрлі болғанымен, жұмыс істеу принципі бірдей. Ал Фабри-Перо Интерферометрінің ерекшелігі бірнеше жарық шоқтарын интерференциялауға мүмкіндік береді. Бұл Интерферометрдің негізгі бөлімі екі шыны пластинка D_1 және D_2 болып есептеледі.



Пластинканың бір-біріне қарсы жазық беттері мұқият тегістеліп өңделгенде жұқалап күміс (Ag) немесе алюминий (Al) жалатылған олардың шағылу коэффициенті $R=0,9 \dots 0,95$ шамасындай. Пластинканың ішкі беттері II етіп

орналастырған да олардың аралығында жазық II ауа қабаты болады. Интерферометрге жарық көзінен монохромды жарық түсіріліп шоғы D_1 және

D_2 пластинкалардың металл жалатылған беттерінен бірнеше рет шағылады да ақырында алға қарай өткен жарық шоқтары және кері шағылған жарық шоқтарының жүйесі түзіледі. Ірбір жүйе құрамындағы жарық шоқтары өзара когерентті шоқтар да, олардың фазаларының айырымы тұрақты. Ал пластинкалар арасындағы әрбір қос сәуленің оптикалық жолдар айырымы мына формула бойынша анықталады:

$$\sigma = 2dn \cos i + \lambda$$

мұндағы d – пластинкаларының ара қашықтығы,
 n -ауаның абсолют сыну көрсеткіштігі,
 λ -жарық сәуленің толқын ұзындығы.

Көршілес екі сәулелердің фазалар айырымы мынаған тең:

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \sigma = \frac{4\pi n}{\lambda} \cos i$$