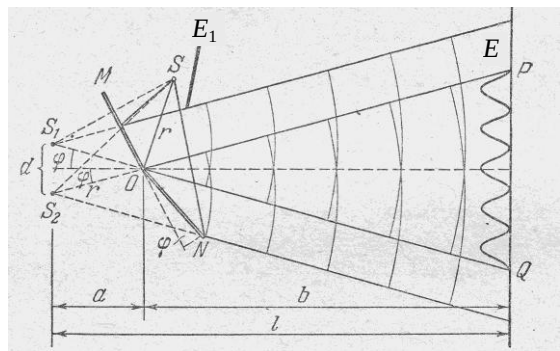


Огледало на Френел, бипризма на Френел. Интерференция от плоскопаралелна пластинка и клин. Нютонови пръстени

Огледало на Френел, бипризма на Френел

Интерференция на светлината може да се наблюдава ако осигурим условия за пространствена и времева кохерентност на източниците. Времева кохерентност се осигурява като се разделя светлината от един монохроматичен източник. За да осигурим пространствената кохерентност е необходимо двата източника да са разположени на достатъчно малко разстояние един от друг. Това може да се постигне по различни начини – напр. при разгледадения класически опит на Юнг се използват два много близо разположени процепа. За осигуряване на такава кохерентност може да се използват и явленията отражение и пречупване.

Нека да разгледаме система от две долепени плоски огледала OM и ON , сключващи ъгъл близък до π



фиг. 1

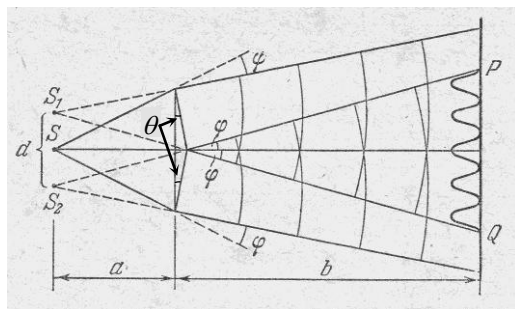
rad (фиг. 1), следователно ъгълът φ на фиг. 1 ще бъде много малък. Такава конструкция се нарича огледало на Френел. Пред огледалата, на разстояние r от линията на пресичането им, е разположен източник на светлина S (напр. тесен процеп). Отразените вълни от двете огледала са времево кохерентни и достигат до екрана E като вълни от двата недействителни източника S_1 и S_2 . Директният достъп на светлина от източника S към екрана E е преграден с екрана E_1 . В областта PQ на екрана двете вълни се наслаждат и може да се наблюдава интерференчна картина. Точките S_1 и S_2 са образите на източника S спрямо двете огледала и от правилата

за построяване на образ при плоско огледало следва, че $OS_1 = OS_2 = r$. Следователно $a = r \cos \varphi \approx r$, а разстоянието между източниците $d = 2r \sin \varphi \approx 2r \varphi$. За широчината на интерференчните ивици ще се получи:

$$\Delta x = \frac{\lambda l}{d} = \frac{\lambda (a + b)}{2r \varphi} = \frac{\lambda (r + b)}{2r \varphi}$$

и ако ъгълът φ е достатъчно малък, ще бъде изпълнено и условието за пространствена кохерентност и на екрана E ще се наблюдава интерференчна картина.

Бипризмата на Френел представлява две долепени еднакви триъгълни призми с малък пречупващ ъгъл θ (фиг. 2). Може да се покаже, че когато пречупващият ъгъл на призмата е малък и вълната пада перпендикулярно на призмата, ъгълът на пречупване $\varphi = (n-1)\theta$, където n е коефициентът на пречупване на призмата. Така след пречупването от двете призми се получават две времево кохерентни вълни от двата недействителни източника S_1 и S_2 , а в областта PQ на екрана може да се наблюдава интерференчна картина. Разстоянието между източниците е $d = 2a \sin \varphi \approx 2a(n-1)\theta$ и за широчината на интерференчната ивица се получава:



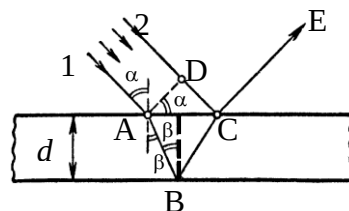
фиг. 2

$$\Delta x = \frac{\lambda (a + b)}{2a(n-1)\theta}.$$

Ако ъгълът θ е достатъчно малък, ще бъде изпълнено и условието за пространствена кохерентност и на екрана ще се наблюдава интерференчна картина.

Интерференция от плоскопаралелна пластинка и клин. Нютонови пръстени

Нека да разгледаме тънка пластинка с постоянна дебелина d и коефициент на пречупване n поставена във въздух, върху която пада плоска монохроматична светлинна вълна (фиг. 3). В такъв случай може да се приложат законите за отражение и пречупване, които са валидни както в геометричната, така и във вълновата оптика. За простота разглеждаме пътя на два лъча 1 и 2. Лъчът 1 пада върху горната повърхност на пластинката в точка A под ъгъл α , пречупва се под ъгъл β ($\beta < \alpha$) и достига долната ѝ



фиг. 3

повърхност в точка **В**. Част от него се отразява и достига горната повърхност в точката **С**, където, пречупвайки се отново, се разпространява в посоката **СЕ**. Лъчът **2** се отразява от горната повърхност на пластинката в точката **С** и се разпространява в същата посока **СЕ**. Двата лъча **1** и **2**, които се разпространяват в една посока, са кохерентни, тъй като са получени от един и същ източник, но изминават различни оптични пътища. При наслагването си в дадена точка те ще интерферират. В точката на наслагването ще се наблюдава увеличаване или намаляване на интензитета в зависимост от разликата в оптичните пътища на лъчите. Пътищата на лъчите са еднакви до точките **А** и **Д** и в посоката **СЕ**. Очевидно разликата Δ_{12} е

$$\Delta_{12} = (AB + BC)n - CD;$$

$$AB = BC = d/\cos\beta; \quad CD = AC \sin\alpha; \quad AC = 2d \tan\beta;$$

$$(1) \quad \Delta_{12} = 2dn/\cos\beta - 2d \sin\alpha \tan\beta = 2dn \cos\beta.$$

Изразът (1) може да се представи и по следния начин:

$$\Delta_{12} = 2dn \cos\beta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}.$$

Трябва да се има предвид, че при отражение от оптично по-плътна среда оптичният път на вълната се променя с половин дължина $\lambda/2$. Като се отчете този факт, за разликата Δ в оптичните пътища на двете вълни се получава

$$(2) \quad \Delta = \Delta_{12} - \frac{\lambda}{2} = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} - \frac{\lambda}{2}.$$

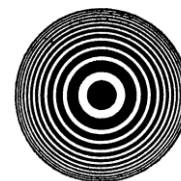
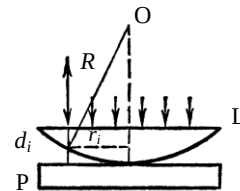
Ако разликата Δ в оптичните пътища е $(2m+1)\lambda/2$, лъчите **1** и **2** се гасят взаимно и в направлението **СЕ** няма да се наблюдава отразена светлина (интерференчен минимум); ако $\Delta = 2m\lambda/2$, интерфериращите лъчи се усилват взаимно и в точката на наслагването се получава интерференчен максимум.

От получената формула (2) следва, че ако величините d , n и $\alpha(\beta)$ са постоянни, разликата Δ в оптичните пътища ще бъде еднаква за всяка точка от повърхността на пластинката. В такъв случай повърхността на пластинката ще бъде или тъмна или светла в зависимост от стойността на разликата Δ . Ако ъгълът на падане α на светлината, дебелината d или коефициентът на пречупване n на пластинката се променят, тогава на повърхността на пластинката ще се наблюдава интерференчна картина от редуващи се светли и тъмни ивици.

Ако пластинката е с постоянна дебелина и постоянен коефициент на пречупване (фиг. 3) от (2) следва, че при промяна на ъгъла на падане α ; на лъчите разликата Δ_i непрекъснато се изменя. За всички лъчи, които попадат под еднакъв ъгъл върху пластинката, оптичната разлика ще бъде еднаква. Тези лъчи имат еднакъв наклон спрямо повърхността на пластинката и съответстващите им интерференчни ивици се наричат *ивици на еднакъв наклон*.

Пластинка с равномерно променяща се дебелина d се нарича оптичен клин. Ако коефициентът на пречупване на оптичния клин е постоянна величина, а ъгълът на падане α на лъчите върху него е еднакъв за всички точки от повърхността му, ще се получат редица еднакво отдалечени светли и тъмни ивици. За всички точки от клина, където дебелината d е еднаква, разликата Δ също ще бъде еднаква. В такъв случай в тези точки резултатът от интерференцията е един и същ (увеличаване или намаляване на интензитета в зависимост от стойността на Δ). От това следва, че на всяка тъмна или светла ивица, наблюдавана върху повърхността на клина, ще съответства една и съща дебелина d_i . Получените интерференчни ивици се наричат ивици на еднаква дебелина. Те се използват в практиката за проверка на точността, с която се изработват различни оптични пластинки с определена дебелина.

Нютоновите пръстени представляват частен случай на ивиците на еднаква дебелина. Получават се като резултат от интерференцията на светлината от въздушния клин между стъклена пластинка **Р** и сферична леща **Л** с радиус R (фиг. 4). В този случай ивиците на еднаква дебелина имат форма на концентрични пръстени. За различните дебелини d_i на въздушния клин се получават съответни пръстени с радиуси r_i , които са светли или тъмни в зависимост от разликата Δ в оптичните пътища. Нютоновите пръстени се използват при някои методи за определяне дължината на светлинната вълна.



фиг. 4