

DETERMINAREA LUNGIMII DE UNDĂ A LUMINII CU AJUTORUL BIPRISMEI FRESNEL

1. Principiul lucrării

Interferența luminii este fenomenul de suprapunere și compunere a două sau mai multe unde coerente care ajung simultan în același punct. Prin unde coerente se înțeleg undele pentru care diferența de fază este constantă în timp. Undele coerente sunt emise de sursele coerente. Pentru a realiza două surse coerente S_1 și S_2 se recurge la dedublarea pe cale optică a sursei de lumină S . Fie S_1 și S_2 cele două surse coerente care produc unde coerente care se suprapun în punctul M aflat la distanța r_1 de S_1 și la o distanță r_2 de S_2 (Fig.1). Cele două unde coerente se compun ca două oscilații paralele.

Fie ecuațiile celor două unde care interferă:

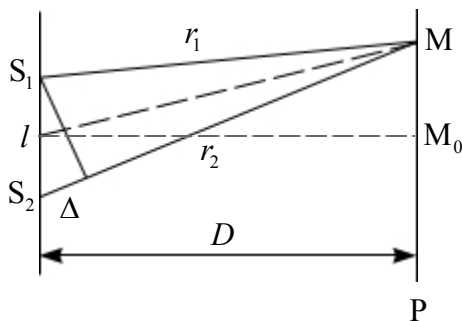


Fig. 1

$$E_1 = E_0 \sin(\omega t - \varphi_1) = E_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right)$$

$$E_2 = E_0 \sin(\omega t - \varphi_2) = E_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right)$$

Amplitudinea unei rezultante este dată de relația:

$$E^2 = 2E_0^2 [1 + \cos(\varphi_2 - \varphi_1)]$$

unde

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi(r_2 - r_1)}{\lambda} = \frac{2\pi\Delta}{\lambda}$$

este diferența de fază dintre cele două unde, iar Δ este diferența de drum optic.

Se observă că amplitudinea rezultantă va fi maximă dacă

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = 2k\pi, \text{ deci } \Delta = k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

și va fi minimă dacă

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = (2k + 1)\pi, \text{ deci } \Delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

Locul geometric al punctelor pentru care amplitudinea rezultantă este constantă, este format din suprafețele definite de condiția $r_2 - r_1 = ct$. Aceste suprafețe sunt niște hiperboloizi de revoluție care au dreapta S_1S_2 ca axă și punctele S_1 și S_2 ca focare. Intersecția acestor hiperboloizi cu un plan paralel cu S_1S_2 , de exemplu ecranul P , dă naștere la o familie de curbe (hiperbole) numite franje de interferență. Aceste franje pot fi observate în tot spațiul din jurul celor două surse punctiforme, deci ele nu sunt localizate. În punctul M_0 așezat simetric față de S_1 și S_2 se observă un maxim de interferență numit *maxim principal* ($\Delta = 0$); celelalte maxime de interferență se numesc *maxime secundare*. Pentru punctul M diferența de drum între undele care interferă este:

$$\Delta = r_2 - r_1 = l \sin \alpha \approx l \tan \alpha = l \frac{d_k}{D} \quad (1)$$

Maximele vor apărea pentru $\Delta = k\lambda$, deci pentru punctele aflate față de punctul M_0 la distanța:

$$d_k = \frac{k\lambda D}{l} \quad (2)$$

Interfranja (distanța dintre două maxime sau două minime succesive) va fi dată de relația:

$$d_0 = d_{k+1} - d_k = \frac{\lambda D}{l} \quad (3)$$

de unde

$$\lambda = \frac{ld_0}{D} \quad (4)$$

Relația (4) permite calculul lungimii de undă λ , determinând pe cale experimentală mărimile l, d_0 și D .

2. Dispozitivul experimental

În lucrarea de față dedublarea sursei de lumină se face cu ajutorul biprismei Fresnel care este alcătuită din două prisme dreptunghiulare identice cu unghiul refringent $A \approx 30'$, așezate bază la bază. Un izvor luminos S dă naștere după refracție prin cele două prisme la două fascicule diferite care par a porni de la cele două imagini virtuale S_1 și S_2 ale lui S (vezi Fig. 2). În regiunea comună celor două fascicule (pe ecranul P) se pot vedea franjele de interferență, sursele virtuale S_1 și S_2 , imagini ale aceluiași izvor S , fiind coerente. Măsurătorile interfranței se fac cu un micrometru ocular ce are un ocular prevăzut cu reticul mobil orizontal și cu un șurub micrometric.

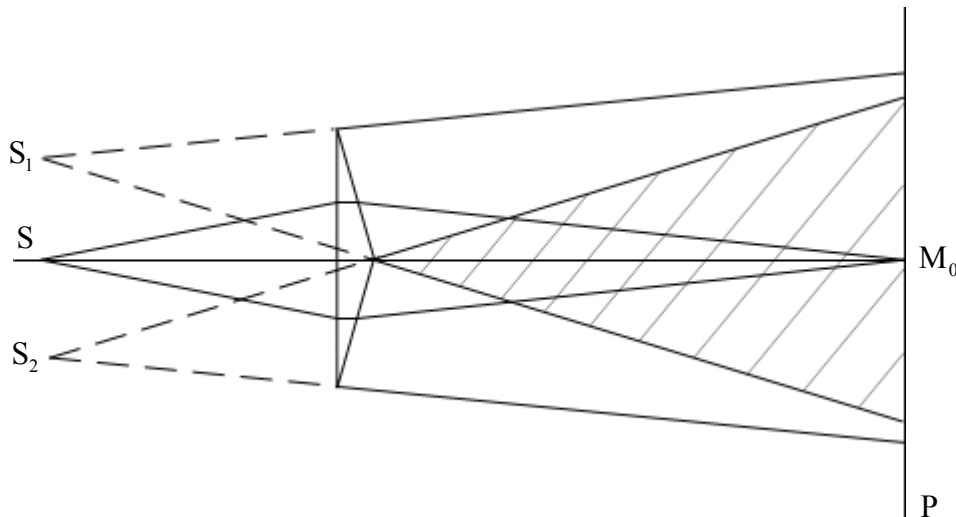


Fig. 2

3. Modul de lucru

- Se centrează pe un banc optic următoarele aparate: sursă de lumină cu filtru, fantă, biprismă și micrometru ocular.
- Se modifică lărgimea fantei și se deplasează micrometrul ocular până se observă franjele de interferență clare și cu o distanță suficient de mare între ele.
- Deplasăm micrometrul ocular cu ajutorul șurubului micrometric până când intersecția firelor reticulare se suprapune peste o franjă întunecoasă și se notează poziția tamburului micrometric (n_1).
- Se deplasează firul reticular, prin rotirea șurubului micrometric peste m franje întunecate, notându-se noua poziție a tamburului micrometric (n_2).
- Interfranța va fi: $d_0 = \frac{n_2 - n_1}{m} E$ ($E = 0,01$ mm), unde E reprezintă valoarea unei diviziuni de pe tamburul șurubului micrometric.

- f) Se repetă determinarea lui d_0 de cel puțin 5 ori, luând de fiecare dată un alt număr de franje m și se calculează $\overline{d_0}$.
- g) Se măsoară distanța D dintre fantă și micrometrul ocular.
- h) Intercalăm între micrometrul ocular și biprismă o lentilă convergentă. Deplasăm lentila convergentă și micrometrul ocular până obținem două imagini reale clare ale surselor virtuale S_1 și S_2 , care se formează foarte aproape de fanta sursei S .
- i) Cu ajutorul micrometrului se măsoară l' , distanța dintre cele două imagini reale formate de lentilă.

$$l' = (n_4 - n_3)E$$

Se repetă operația de 5 ori, calculându-se $\overline{l'}$.

- j) Se măsoară distanța dintre fantă și lentilă (s) și distanța dintre lentilă și micrometrul ocular (s'). Din formula $\frac{l'}{l} = \frac{s'}{s}$ se calculează $\overline{l} = \overline{l'} \frac{s}{s'}$.
- k) Înlocuind valorile lui $\overline{d_0}, D$ și \overline{l} în formula (4), se calculează $\overline{\lambda}$.
- l) Se calculează erorile $\sigma_{\overline{\lambda}}$ și $\varepsilon_{\overline{\lambda}}$ folosind formula de propagare a erorilor.

4. Tabel cu date experimentale

m	n_1	n_2	d_0	$\overline{d_0}$	D	n_3	n_4	l'	$\overline{l'}$	s	s'	\overline{l}	$\overline{\lambda}$	$\sigma_{\overline{\lambda}}$	$\varepsilon_{\overline{\lambda}}$
-	-	-	mm	mm	mm	-	-	mm	mm	mm	mm	mm	nm	nm	%