

INTERFERENȚA PE OGLINDA LUI FRESNEL FOLOSIND UN LASER CU He-Ne

1. Scopul lucrării

Lucrarea își propune să evidențieze interferența a două surse de lumină virtuale, coerente, obținute prin reflexia unei raze de lumină provenită de la un laser cu He-Ne, pe o oglindă Fresnel.

Se determină lungimea de undă λ a luminii laser folosind interfranja d , distanța A dintre imaginile proiectate pe ecran ale celor două surse virtuale și dimensiunile geometrice ale ansamblului.

2. Principiul lucrării

Lumina de la o sursă punctiformă este incidentă pe două oglinzi înclinate una față de alta la un unghi α foarte mic

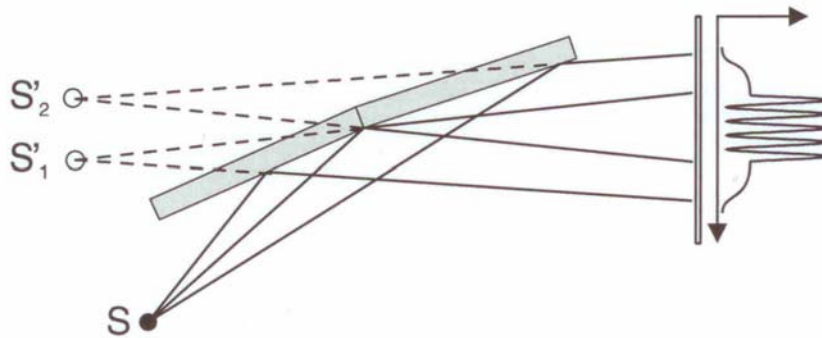


Fig. 1

Reflexiile pe cele 2 oglinzi dau naștere la două imagini virtuale S'_1 și S'_2 ale sursei punctiforme. De la sursele secundare S'_1 și S'_2 se propagă unde luminoase coerente care interferă și dau naștere pe un paravan translucid, unui ansamblu de maxime și minime de interferență (franje de interferență) paralele.

Sursa de lumină S provenită de la un laser cu He-Ne se află în focarul unei lentile folosite pentru a extinde raza laser.

Pentru a determina lungimea de undă folosită (a luminii laser) se determină mai întâi distanța d dintre două maxime de intensitate. În acest scop, imaginile surselor de lumină S'_1 și S'_2 sunt proiectate pe un ecran de observație, folosind o a doua lentilă Fig. 2. Se măsoară distanța A dintre cele 2 imagini proiectate pe ecran.

Pentru o distanță L dintre sursa de lumină și ecranul de observație, putem calcula lungimea de undă a luminii laser folosite, în felul următor:

Cele două unde coerente care provin de la sursele S_1' și S_2' , se propagă în direcția θ (vezi Fig. 2a), unde θ este direcția maximului de interferență de ordinul n pentru care diferența de drum este:

$$\Delta S = a \cdot \sin \theta$$

și condiția de maxim de interferență este:

$$\Delta S = n\lambda$$

Pentru distanța D_n dintre maximul de ordinul zero și maximul de ordinul n , există următoarea relație matematică ce leagă mărimile de mai sus:(vezi Fig. 2a).

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{D_n}{L}$$

Dacă distanța L este foarte mare, se poate face aproximația:

$$\operatorname{tg} \theta \cong \sin \theta \cong \theta$$

și se obține:

$$\lambda = \frac{Ds}{n} \cong \frac{a \operatorname{tg} \theta}{n} = \frac{aDn}{nL} = a \frac{d}{L}$$

Distanța a dintre sursele de lumină virtuale se determină măsurând distanța A dintre imaginile celor două surse virtuale, proiectate pe ecran(vezi Fig. 2b)

Din considerente geometrice se obține:

$$a = A \frac{L_1}{L_2}$$

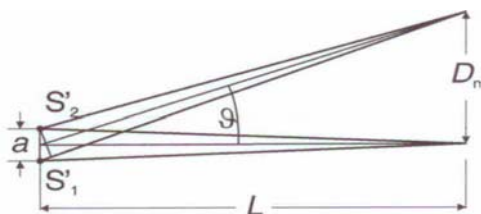


Fig. 2 a

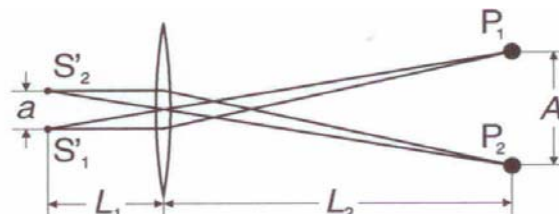


Fig. 2 b

ATENȚIE ! Nu priviți direct în fascicolul laser !

3. Montajul experimental

Difracția luminii laser la marginea exterioară a oglinzii Fresnel poate cauza tipuri nedorite de difracție pe ecranul de observație, care pot fi confundate ușor cu tipul de interferență dorit. Aceste imagini de difracție nedorite pot fi recunoscute prin faptul că poziția lor nu depinde de unghiul de înclinare (α) dintre suprafețele oglinzii Fresnel. De aceea este necesar ca înainte de fiecare măsurătoare, să se schimbe unghiul α cu ajutorul șurubului (3). În Fig. 3 este prezentată Oglinda Fresnel.

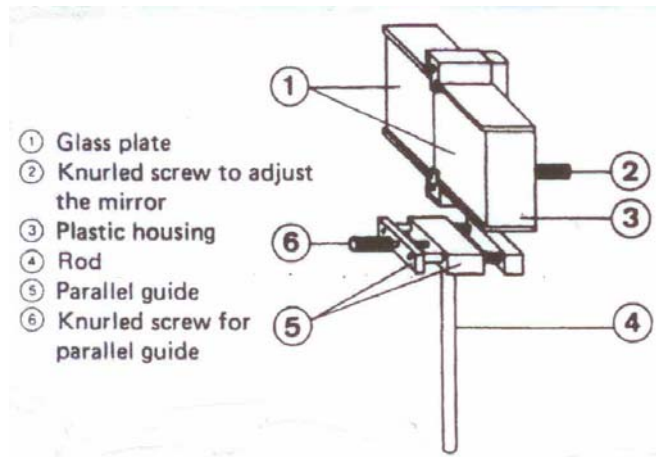


Fig. 3 - Dispozitivul experimental - Oglinda Fresnel

În schema generală a dispozitivului experimental Fig. 4, pozițiile din stânga ale suporturilor optice, sunt date în cm. Așezați oglinda și lentilele pe bancul optic și așezați ecranul translucid pe postament, la cel puțin 2m de lentila (2).

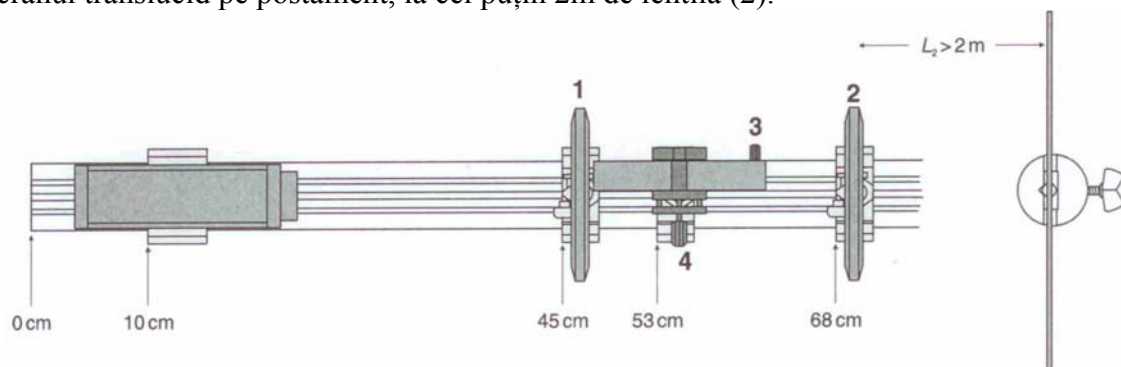


Fig. 4

Se poziționează lentila (1) cu $f = 5 \text{ mm}$ așa încât fascicolului laser lărgit să fie dispus paralel cu axul optic. Se poate urmări parcursul fascicolului cu ajutorul unei coale albe de hârtie. Se așează lentila (2) cu distanța focală $f = 200 \text{ mm}$ așa încât ecranul translucid să fie luminat.

ATENȚIE! Când mutați oglinda Fresnel, asigurați-vă că fasciculul laser cade pe muchia de separare a celor două jumătăți de oglindă.

Se înclină puțin o oglindă, așa încât fasciculul laser să atingă foarte ușor muchia dintre oglinzi și raza reflectată să fie paralelă cu bancul optic.

Cu ajutorul șurubului(4) se realizează o ridicare pe verticală față de axa optică, pentru a ne asigura că lumina reflectată cade în centrul lentilei (2). Se reglează lentila (2), până când ambele surse de lumină virtuale dau imagini clare pe ecranul translucid (dacă este necesar reglați poziția suportului optic al acesteia, pe bancul optic).

Lumina laser care traversează oglinda Fresnel produce o a treia imagine luminoasă, la stânga celor 2 imagini ale surselor virtuale, proiectate pe ecran.

Folosind șurubul (3) potriviți distanța A între cele 2 imagini proiectate pe ecran la cca 5mm, atunci când ecranul este așezat la aproximativ 2 m. depărtare.

4. Modul de lucru

a) Interferența a două surse de lumină virtuale

Se înlătură lentila (2) de pe suportul optic. Se folosește șurubul (3) pentru a obține o imagine de interferență cu un contrast bun (dacă este nevoie folosiți o coală dublă de hârtie). Dacă difracția pe muchia din față a oglinzii produce o interferență suplimentară nedorită, atunci, folosind șurubul (4) schimbați poziția oglinzii Fresnel, până când lumina laser nu mai este incidentă pe muchia exterioară. Cu ajutorul șublerului, determinați distanța $d = \frac{Dn}{n}$ (interfranja).

b) Proiecția surselor de lumină virtuale

Introduceți lentila (2) și potriviți-o astfel încât să obțineți o imagine de interferență clară, a surselor virtuale.

Măsurați distanța d cu ajutorul șublerului. Citiți distanța L_0 dintre lentilele (1) și (2) cu ajutorul riglei gradate de pe bancul optic.

Folosind ruleta măsurați distanța L_2 între ecran și lentila (2). Sursa de lumină fiind localizată în focarul lentilei cu $f = 5 \text{ mm}$, rezultă că, $L_1 = L_0 - 5 \text{ mm}$.

Distanța L se calculează din: $L = L_1 + L_2$.

Pentru determinarea lungimii de undă folosim ecuațiile:

$$\lambda = a \frac{d}{L} \quad \text{cu} \quad a = A \frac{L_1}{L_2}.$$

Se calculează mai întâi distanța a și apoi folosind această valoare în expresia lungimii de undă se determină mărimea acesteia. Se fac 10 măsurători pentru interfranja și cu valoarea medie \bar{d} se calculează lungimea de undă $\bar{\lambda} = a \frac{\bar{d}}{L}$

Lungimea de undă a luminii furnizate de laserul cu He-Ne, cunoscută din literatură este $\lambda_{\text{He-Ne}} = 632,8 \text{ nm}$.

5. Efectuarea măsurărilor folosind un soft specializat

Se pune în funcțiune laserul cu He-Ne prin învârtirea cheiței și camera video prin apăsarea butonului pornit-oprit. Se alimentează toate componentele ansamblului (laser, lentile, oglinda Fresnel, CCD așa încât figura de interferență să cadă pe senzorul CCD. Video Com este o cameră proiectată pentru conectarea la interfața de tip serial a unui

calculator. Informația se înregistrează folosind o linie CCD și apoi este procesată și evaluată pe calculator folosind software-ul inclus.

ATENȚIE! Folosiți un alimentator pentru 12 V.

Se deschide computerul și se apelează programul "Videocom Intensities". Pentru realizarea distribuției de intensitate, se apasă cu mâna stânga, tasta a cincea (a șasea) din primul rând de butoane sau F8 (F9) pentru înregistrarea cu 256 (2048) pixeli.

Pe ecranul monitorului apare un grafic unidimensional, cu maxime și minime aproximativ simetrice (în caz contrar se verifică alinierea componentelor pe bancul optic), iar în stânga este o fereastră cu valorile intensităților în fiecare punct. Asimetria și curba zgomotoasă se datorează fondului de lumină exterior.

Apăsând „mouse dreapta„ pe figură va apărea o fereastră cu opțiuni pentru:

1. afișarea coordonatelor stânga jos: marcat câmpul: „Displaz Coordinates
2. mărirea unei porțiuni de interes din figură prin apelarea opțiunii „Zoom„ și apoi selectarea porțiunii din figură
3. filtrarea unei curbe cu „mult zgomot„ prin apelarea opțiunii „Fit Function„ și apoi plimbarea mouse-ului pe curbă (aceasta se albăstrește)
4. aflarea poziției maximului local prin apelarea opțiunii „Calculate Peak Center„ și apoi ca la punctul 3.
5. afișarea pe grafic a coordonatelor sau a parametrilor fitarilor prin apelarea opțiunii „Set Market-text„
6. măsurarea distanței între două puncte dorite ale figurii prin apelarea opțiunii „Set Marker---Measure Difference„

Se calculează vizibilitatea din formula:

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

pentru 10 valori citite ale lui I_{\max} și I_{\min} .

Se calculează valoarea medie a șirului de măsurători.

