

INELELE LUI NEWTON

1. SCOPUL LUCRĂRII

- Evidențierea fenomenului de interferență prin obținerea de franje localizate de egală grosime, între o placă de sticlă plan paralelă și o lentilă plan-convexă;
- Determinarea razei de curbură R a lentilei plan-convexe și a devierii de la contactul ideal sticlă-lentilă d_0 prin măsurarea diametrelor inelelor lui Newton formate prin iluminarea cu radiație monocromatică de lungime de undă cunoscută, din spectrul mercurului.
- Determinarea lungimilor de undă λ_{Hg} din spectrul mercurului, cunoscând valoarea razei de curbură.

2. TEORIA LUCRĂRII

Inelele lui Newton sunt franje circulare concentrice, alternativ luminoase și întunecoase, obținute ca rezultat al fenomenului de interferență constructivă între razele reflectate pe suprafața curbată de rază R a unei lentile plan-convexe și pe suprafața plană a unei plăci plan-paralele. Interferența constructivă este fenomenul de suprapunere a două unde coerente (prezintă aceeași pulsație și o diferență de fază constantă), și are ca rezultat o figură de interferență ce prezintă zone luminoase (maxime de interferență) și întunecate (minime de interferență). În cazul inelelor lui Newton, interferența are loc în spațiul dintre placa plan-paralelă și lentilă, fie între undele transmise, fie între undele reflectate pe suprafețele celor două plăci. Dacă există un contact direct între cele două plăci ($d_0 = 0$), interferența constructivă apare pentru orice lungime de undă incidentă. Dacă, în schimb, distanța dintre plăci este diferită de zero ($d_0 \neq 0$), interferența constructivă este dependentă de aceasta. Inelele sunt prezentate în Figura 1.

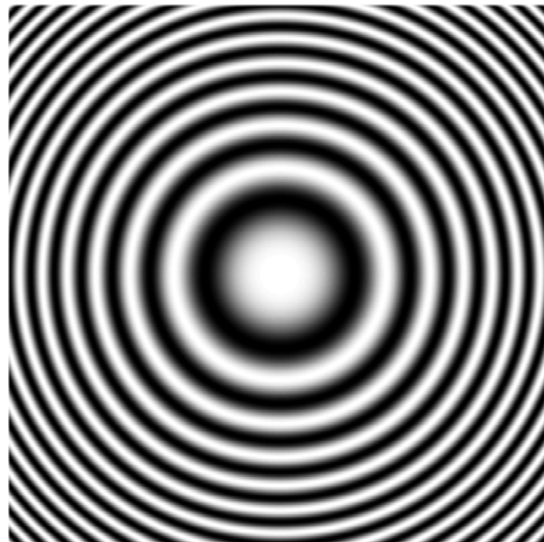


Figura 1: Inelele lui Newton: Zone luminoase și zone întunecate alternante. Ordinul $k = 0$ identifică zona cea mai apropiată de centrul comun al cercurilor. Distanța dintre două minime sau maxime adiacente descrește de la ordinele mici la ordinele mari.

Modelul fizic:

Se consideră o undă plană monocromatică incidentă pe suprafața plană a lentilei plan-convexe. În plan secțiune, calota sferică a lentilei descrie un cerc cu raza de curbură R . Grosimea zonei de interferență pentru un punct aflat pe suprafața lentilei la o distanță aleatoare r este $D = d \pm d_0$. Semnul „+” se consideră pentru cazul în care nu există contact direct între plăci, iar semnul „-” se consideră pentru cazul în care lentila apasă pe placa plan-paraleală, creând o aplatizare a suprafeței sferice. Schema de principiu este prezentată în Figura 2.

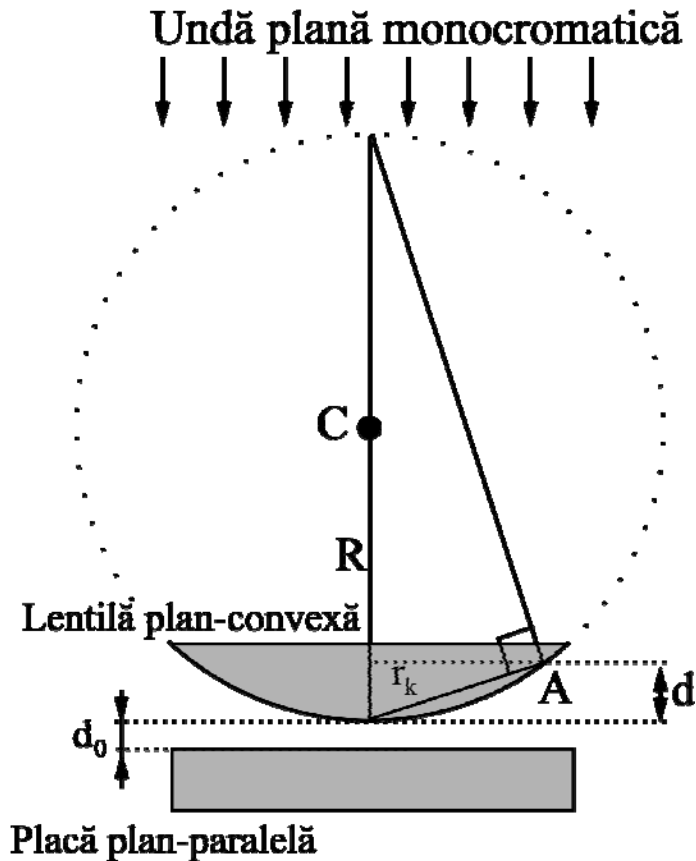


Figura 2: Schema de principiu a sistemului interferențial compus din lentila plan-convexă și placa plan-paraleală

Diferența de drum dintre două unde care interferă în punctul A este:

$$\delta_0 = 2(d \pm d_0) \quad (1)$$

Deoarece la trecerea de la un mediu cu indice de refracție mic la mediu cu indice de refracție mare se face cu pierderea unei semilungimi de undă, între undele care interferă apare un defazăj:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda} = \pi \quad (2)$$

unde am considerat $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$. Diferența totală de drum optic este:

$$\delta = 2(d \pm d_0) + \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

Minimele de interferență apar pentru un număr par de semilungimi de undă:

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (4)$$

sau

$$2(d \pm d_0) = k\lambda \quad (5)$$

Ordinul $k = 0$ este minimul cel mai apropiat de centrul comun al cercurilor. Dacă se alege punctul A în punctul de minim al ordinului k , utilizând teorema înălțimii, se poate scrie distanța de la axa principală la minimul de ordinul k după relația:

$$r_k^2 = d(2R - d) \quad (6)$$

pentru contact ideal ($d_0 = 0$). Considerând d foarte mic, termenul d^2 se poate neglija, și rezultă:

$$r_k^2 \approx 2Rd \quad (7)$$

Pentru abaterile de la contactul ideal, $d_0 \neq 0$, și relația (7) devine:

$$r_k^2 = (d \pm d_0)2R \quad (8)$$

pentru

Utilizând relațiile (5) și (8), se poate scrie distanța r_k :

$$r_k^2 = kR\lambda \mp 2d_0R \quad (9)$$

Din relația (8), se observă că **dependența lui r_k^2 în funcție de lungimea de undă λ și de raza de curbură a lentilei R este una liniară**. Dacă se cunosc lungimea de undă λ , se pot determina raza de curbură R , și abaterea de la contactul ideal d_0 . Dacă în schimb se cunoaște raza de curbură, se determină lungimea de undă a radiației.

3. DISPOZITIVUL EXPERIMENTAL

Atenție! Zona de lucru trebuie să fie cât mai întunecată pentru observarea inelelor!

Montajul experimental este compus dintr-o lampă cu mercur (L), o diafragmă (DF), sistemul optic lentilă convexă – placă plan paralelă responsabil pentru interferență (IN), suportul de filtre monocromatice (F), și un ecran cu scală gradată (E). Aranjamentul experimental este prezentat în Figura 2.



Figura 3: Schema dispozitivului experimental și aranjamentul pe masa de laborator.

4. MODUL DE LUCRU

- a. Se identifică aparatura de pe bancul de lucru și se pornește instalația
- b. Se optimizează contrastul franjelor prin ajustarea diafragmei (DF)
- c. Se poziționează pe rând fiecare filtru monocromatic (galben, verde, albastru).
- d. Pentru fiecare filtru, se notează coordonatele punctelor de intersecție la stânga (r_k^s) și la dreapta (r_k^d) ale zonelor întunecate de ordinul k cu scala gradată, și se completează Tabelul 1 din Anexă. Se recomandă printarea separată a acestuia în prealabil.
- e. Se calculează raza medie a fiecărui inel Newton, după formula $r_k = \frac{1}{2}(r_k^s + r_k^d)$.

5. PRELUCRAREA DATELOR EXPERIMENTALE

a. Determinarea razei de curbură

Pentru determinarea razei de curbură, este necesară cunoașterea lungimii de undă ale radiației incidente. Cele trei filtre au lungimile de undă:

$$\lambda_{galben} = (582 \pm 4)nm$$

$$\lambda_{verde} = (545 \pm 4)nm$$

$$\lambda_{albastru} = (431 \pm 4)nm$$

(10Error!
No
sequence
specified.)

Cu ajutorul valorilor din tabel ale lui r_k se calculează r_k^2 și se reprezintă grafic dependența r_k^2 în funcție de ordinul k . Punctele experimentale vor fi approximate **cu o dreaptă** (vezi Figura 4).

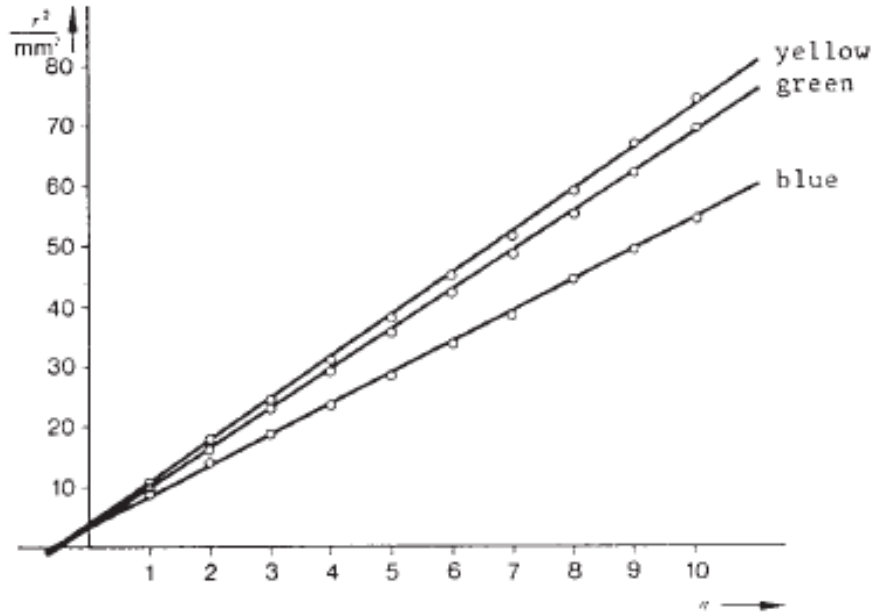


Figura 4: Dependența mărimii r_k^2 în funcție de ordinul k pentru cele 3 lungimi de undă ale mercurului

Din relația (8), se determină panta teoretică a dreptei:

$$m_{th} = \frac{d(r_k^2)}{dk} = R\lambda \quad (11)$$

De pe grafic, se calculează panta experimentală, alegând două puncte aleatoare M și N pe dreaptă, **diferite de punctele experimentale**.

$$m_{ex} = \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} \quad (12)$$

Se egalează cele două pante, și cunoscând lungimea de undă folosită, se determină raza de curbură R .

b. Determinarea lungimii de undă

Pentru determinarea lungimii de undă a radiației folosite, este necesară cunoașterea razei de curbură a lentilei plan-convexe. Pentru lentila plan-convexă din laborator, $R = 12.13m$. Se repetă pașii de la punctul a.), și în urma egalării pantelor teoretică și experimentală se determină lungimea de undă λ .

ANEXĂ

TABEL 1.

k	r_k^s (mm)	r_k^d (mm)	$r_k = \frac{1}{2}(r_k^s + r_k^d)$	r_k^2 (mm ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				