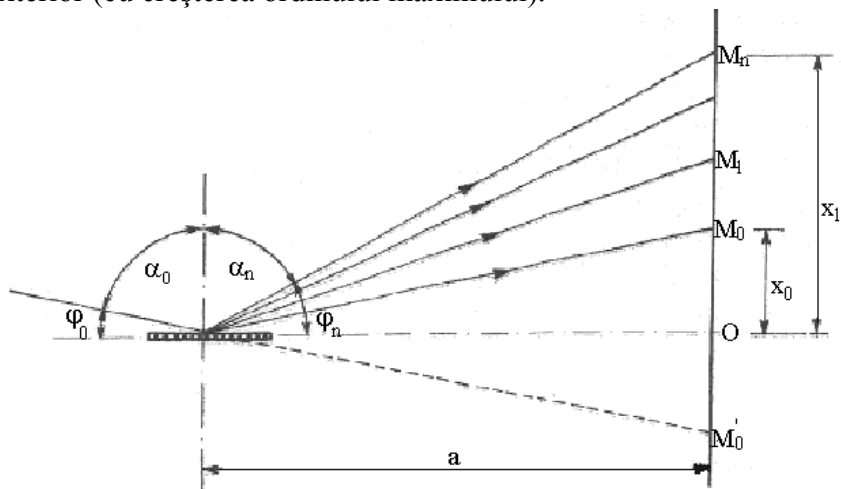


Experimente de optică ondulatorie

1. Determinarea lungimii de undă prin metoda difracției

În locul rețelei de difracție „clasice” se va folosi un liniar de plastic, la care diviziunile sunt zgâriate. Acest liniar se fixează pe un suport, cu zgârieturile în sus, având planul înclinat cu 1-2 grade față de orizontală. Suprafața liniarului se va ilumina cu laser aproape razant, iar imaginea se va observa pe un ecran vertical așezat la o distanță de aproximativ 1m de punctul de incidență pe liniar. Se vor observa puncte luminoase – maxime de interferență – distanța dintre ele scăzându-se spre exterior (cu creșterea ordinului maximului).



Se vor marca pe ecran poziția acestor maxime ($M_0, M_1, M_2, \dots, M_n$) și, după îndepărtarea liniarului, fără modificarea poziției surse și a ecranului, se marchează și direcția razei directe (M_0'). Planul liniarului trebuie să fie bisectoarea unghiului format dintre direcția razei incidente și direcția maximului de ordinul zero. Se măsoară distanțele de la acest plan până la maximele de ordinul 0, 1, 2, ..., n ($x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$). Știind că în cazul liniarului constanta rețelei este $d=1\text{mm}$, se poate scrie condiția de maxim de difracție:

$$\lambda = \frac{d}{2na} (\varphi_n^2 - \varphi_0^2) \quad (1).$$

Formula de mai sus se obține pornind de la considerentul, că diferența de drum dintre razele reflectate în direcțiile α_n și α_{n-1} este λ . De aici rezultă că:

$$d(\sin\alpha_0 - \sin\alpha_n) = n\lambda.$$

Știind că $\varphi_0 = 90^\circ - \alpha_0$, respectiv $\varphi_n = 90^\circ - \alpha_n$, relația de mai sus va deveni:

$$d \left(\frac{\varphi_n^2}{2} - \frac{\varphi_0^2}{2} \right) = n\lambda$$

Pentru unghiuri foarte mici se poate folosi aproximația: $\varphi_n \approx \frac{\delta_n}{a}$, respectiv $\varphi_0 \approx \frac{\delta_0}{a}$. Cu aceste aproximații rezultă formula (1), cu care se poate calcula lungimea de undă a radiației laser.

Notă: În locul liniarului se pot folosi discuri CD sau DVD. În acest caz se poate determina constanta rețelei cu ajutorul unui laser cu lungime de undă cunoscută.

2. Difracția pe sârmă subțire

Materiale folosite: banc optic, condensor sau lentilă convergentă de 10-20d, fantă reglabilă, suport de lentilă din trusa de optică.

Fixați acul sau sârma subțire în mijlocul deschiderii suportului de lentilă. Proiectați filamentul lămpii cu condensor în planul firului, la o distanță de 50 de cm. Plasați fanta reglabilă la cca. 30 cm de la fir. Micșorați deschiderea fantei până când apare imaginea de difracție pe un ecran plasat la 3-4m de fir (Fig. 1).

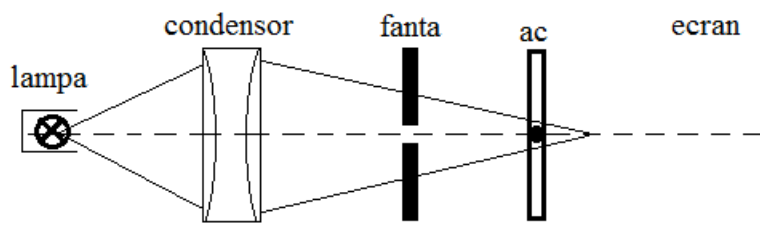


Fig. 1.

Pe ecran se vor observa două sisteme de franje. Unul se vede în zona de umbră a acului, paralel cu acesta dintr-un număr par de franje întunecate iar centrul este luminos. Numărul franjelor întunecate depinde de distanța ac-ecran și de grosimea acului. Dacă sârma (acul) este suficient de subțire atunci se vor observa două franje întunecate.

Al doilea sistem de franje se observă în afara zonei de umbră, are o structură cu densitate variabilă și cu margini colorate. Primul sistem este cauzat de interferența razelor difractate pe marginea acului iar al doilea de interferența razelor directe cu cele difractate.

Acest sistem are o iluminare medie ce acoperă franjele întunecate care s-ar vedea în zona luminoasă, cauzate de difracție. Pentru a observa interferența razelor difractate și în zona luminoasă, se va folosi o lentilă convergentă ($f=50-100\text{cm}$). Acul este iluminat cu lumină paralelă, lentila este așezată la distanța de 10cm de ac iar ecranul în focarul lentilei. Se va folosi un ecran translucid. Fanta reglabilă se interpune între ac și lentilă astfel încât să acopere lumina directă ce trece pe lângă ac. Imagine de interferență se va observa cu o lupă (Fig. 2.).

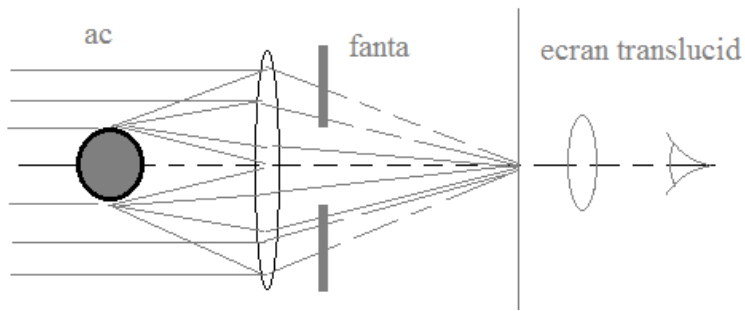
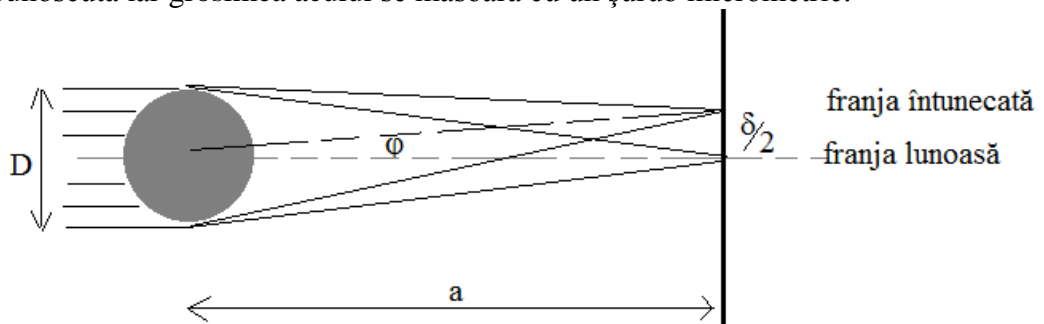


Fig. 2.

Determinarea lungimii de undă a radiației

Între condensor și fantă se va așeza un filtru colorat cu lungime de undă cunoscută iar grosimea acului se măsoară cu un șurub micrometric.



$$\lambda = D \frac{\delta}{a}$$

Fig. 3.

Se măsoară distanța dintre franjele întunecate (δ) și distanța dintre ac și ecran (D) (Fig. 3.).

Franja centrală este luminoasă deoarece razele marginale parcurg distanțe egale. Pentru unghiurile corespunzătoare minimelor se poate scrie relația:

$$\tan \varphi = \frac{\delta/2}{a} \quad \text{și} \quad \tan \varphi = \frac{\lambda/2}{D}$$

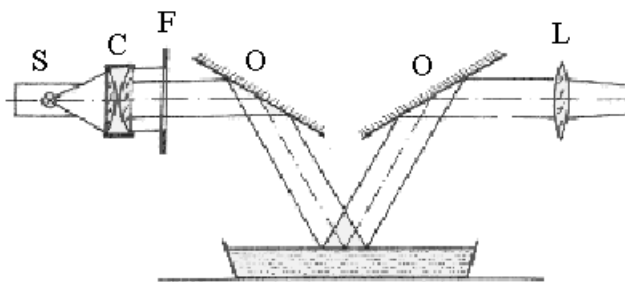
Cu aceste date, relația pentru lungimea de undă este:

$$\lambda = D \frac{\delta}{a}$$

Notă: Metoda descrisă se poate folosi pentru determinarea grosimii unui fir subțire dacă se utilizează o sursă de lumină monocromatică.

3. Interferența pe peliculă subțire

Fenomenul de interferență se produce prin suprapunerea razelor reflectate de pe cele două fețe ale unei pelicule subțiri. Grosimea peliculei trebuie să fie mai mică decât lungimea de undă a razelor de lumină. Pentru a realiza pelicule suficient de subțiri, se realizează o peliculă subțire de ulei pe suprafața apei dintr-o tavă.



Pe fundul tăvii se așează o coală de hârtie sau folie de culoare neagră, peste care se toarnă un strat de apă cu o grosime de 2-3cm. Cu ajutorul unui ac subțire se pune o picătură mică de ulei de mecanisme pe suprafața apei. Se formează o pată subțire de ulei, care în lumină albă reflectă culorile curcubeului. Dacă se interpune între condensor și oglindă un filtru de culoare, atunci pe suprafața uleiului se vor observa cercuri colorate.

Imaginea se poate proiecta pe un ecran alb cu ajutorul unei lentile convergente de aproximativ 5δ.

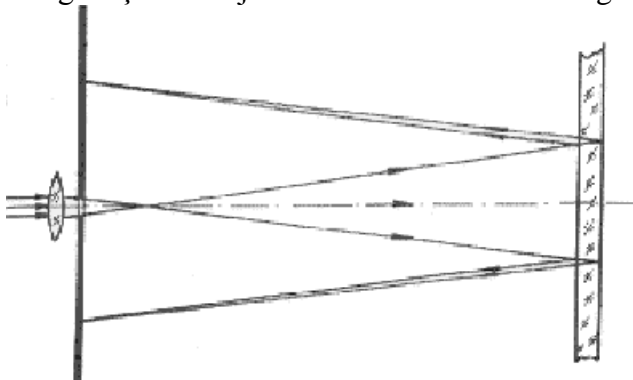
Observație: O peliculă mai stabilă se poate obține dacă în locul uleiului acul se umezește cu lac sau ojă incoloră, după care se atinge suprafața apei. După evaporarea diluantului va rămâne o peliculă subțire elastică.

4. Interferența pe lama plan-paralelă

Dacă pe o lamă cu fețe plan paralele cade un fascicul divergent, atunci razele se reflectă de pe ambele fețe ale lamei. Cele două raze reflectate se suprapun producând fenomenul de interferență. În funcție de unghiul de incidență, se vor observa cercuri luminoase și întunecate.

Pentru realizarea fascicului divergent se poate folosi un indicator laser și o lentilă convergentă ($f=15-20\text{mm}$, obiectiv de microscop), un ecran alb și o lamă

de sticlă (aproximativ 6x6cm și grosime 2-6mm). Pe ecranul alb se practică un orificiu cu un ac mai gros și se aranjează elementele conform figurii de mai jos.



Pe ecran se observă cercuri roșii și negre concentrice. Deplasând lama de-a lungul axei optice, se va modifica diametrul cercurilor, deoarece se modifică valoarea diferenței de drum optic. O variația a grosimii cercurilor se poate observa dacă se deplasează lama în planul său datorită variațiilor mici de grosime.

Pentru a demonstra că interferența se produce prin suprapunerea razelor reflectate de pe ambele fețe, se lipește pe suprafața posterioară a lamei o coală de hârtie neagră, îmbibată cu ulei. De pe ecran vor dispărea inelele de interferență deoarece uleiul are un indice de refracție apropiat de sticlă, deci lumina nu se mai reflectă de pe această față ci pătrunde în hârtie și se absoarbe.

Bibliografie:

1. <http://www.lambdasys.com/>
2. <http://www.physicslab.com/>
3. <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu>