

**Problema a IV-a (10 puncte)**

Metodele uzuale (măsurarea cu șublerul sau cu micrometrul) nu pot fi utilizate pentru determinarea diametrelor fibrelor optice. Pe de o parte, aceste metode deteriorează local fibra optică, iar pe de altă parte, ele nici nu pot oferi precizia necesară. O metodă practică, de mare precizie, care se utilizează în mod frecvent, este metoda interferometrică. Dispozitivul experimental, redat în figura 1, este format dintr-o sursă coerentă de lumină monocromatică (de pildă, laser He-Ne de mică putere), cu lungimea de undă  $\lambda$  cunoscută, doi polarizori rotitori identici ( $P_1$  și  $P_2$ ) și un goniometru cu lunetă (reglată pentru vizare la infinit).

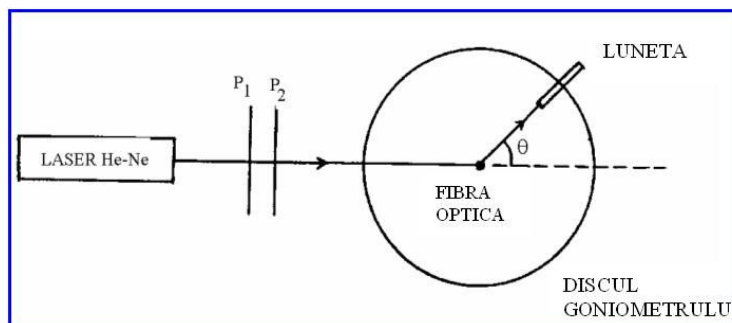


Figura 1

Discul raportor al goniometrului se află în plan orizontal iar luneta, montată rigid (solidar) cu vernierul, are axul optic orientat radial (direcția ocular-obiectiv trece prin verticala ridicată în centrul discului). Cu ajutorul unei menghine de foarte mici dimensiuni (sau, în lipsa acesteia, cu ajutorul unei bucăți de plastilină) se fixează în centrul discului goniometrului, în poziție verticală (ca în figura 2), o bucată de fibră optică de câțiva centimetri (numai miezul său, fără mantaua protectoare, care, în prealabil, a fost eliminată prin dizolvare în acetonă). Indicele de refracție ( $n$ ) al miezului fibrei, același peste tot, se presupune cunoscut.

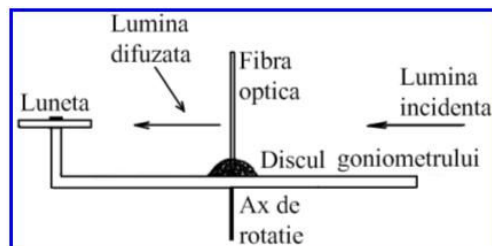


Figura 2

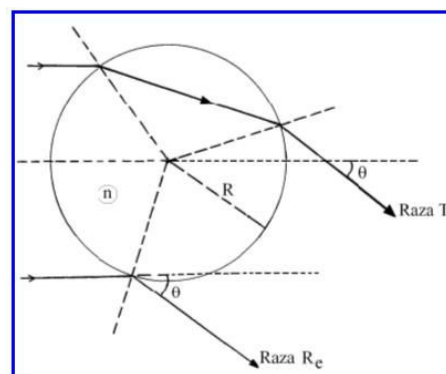


Figura 3

Pentru determinarea diametrului  $D$  al miezului fibrei se procedează în felul următor. Radiația laser incidentă (fascicul paralel orizontal) cade pe fibra optică, a cărei secțiune cu plane orizontale, are formă circulară (vezi figura 3). Radiația împrăștiată în diferite direcții  $\theta$  (raportate față de prelungirea fascicului incident) este analizată cu ajutorul lunetei. Se recomandă a se lucra cu intensități luminoase mici (pentru protejarea retinei; la nevoie pot fi folosiți ochelari speciali, de protecție), într-un interval unghiular  $(\theta_m, \theta_M)$  destul de larg, din domeniul  $\theta < 80^\circ$ . Razele de lumină notate cu  $T$  (transmisă prin fibră) și  $R_e$  (reflectată la interfața aer/miez), paralele între ele, având direcția  $\theta$ , interferă la infinit. Franjele astfel generate pot fi observate cu ajutorul lunetei (reglată corespunzător).

a. Știind că în intervalul unghiular  $(\theta_m, \theta_M)$ , convenabil ales de experimentator, au putut fi numărate  $N$  minime de interferență, să se stabilească formula generală  $D = D(N, n, \lambda, \theta_m, \theta_M)$  a dependenței diametrului  $D$  al miezului fibrei de mărimile din interiorul parantezelor, având semnificațiile deja precizate.

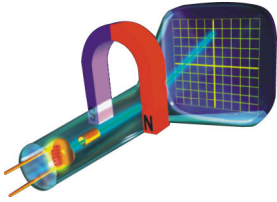
b. Considerând că goniometrul utilizat permite aprecierea interfranjei unghiulare cu o eroare relativă de  $1/6$ , și admitând că lungimea de undă  $\lambda$  și numărul  $N$  sunt exact cunoscute, să se stabilească legătura dintre eroarea relativă  $(\varepsilon_D \equiv \Delta D / D)$  cu care s-a determinat diametrul  $D$  al miezului fibrei și numărul  $N$  de minime de intensitate luminoasă din intervalul unghiular investigat.

c. Aplicație numerică:  $\theta_m = 18,73^\circ$ ,  $\theta_M = 76,68^\circ$ ,  $N = 266$ ,  $\lambda = 633\text{nm}$ ,  $n = 1,457$ .

**Precizări:** Polarizorii ( $P_1, P_2$ ) de pe direcția fascicului incident, care se pot roti în jurul axelor lor centrale (orizontale), servesc la modificarea stării de polarizare și a intensității luminoase.  $\alpha$ ). Metoda descrisă este eficientă (contrast mare al franjelor de interferență) atunci când razele  $R_e$  și  $T$  au intensități comparabile. De aceea, planul de polarizare al fascicului incident pe fibră trebuie să conțină axa fibrei. Altfel spus, lumina incidentă trebuie să aibă polarizare TM („transversal magnetică”). Polarizorii servesc acestui scop. Direcțiile de transmisie sunt „așezate” vertical pentru ambii polarizori.  $\beta$ ). Pentru a localiza direcția fixă a fascicului incident (în lipsa fibrei), direcțiile de transmisie ale polarizorilor sunt „așezate” paralel. Fasciculul laser fiind intens, el nu trebuie să fie privit pe direcția sa ! De aceea, se scoate ocularul lunetei și se recepționează spotul luminos pe un mic ecran (bucată de carton). Pentru a putea număra, fără riscuri majore, minimele de interferență din intervalul ales, în lumină TM, polarizorii se așează aproape „în cruce” (direcțiile lor de transmisie sunt acum cvasi-perpendiculare, primul polarizor având transmisie orizontală).  $\gamma$ ). În instalațiile performante de acest gen nu se privește cu ochiul (în locul ocularului se află un detector cvasipunctiform, de mare sensibilitate, cuplat la un numărător).

*Problemă propusă de*

*Profesor universitar dr. Florea ULIU, Facultatea de Fizică, Universitatea din Craiova*



*Problema a IV-a (10 puncte)*

**FOAIE DE RĂSPUNSURI**

a. ► Diferența de drum optic a razelor T și R<sub>e</sub> este:

( $\Delta$ ) =

► Formula care permite calcularea diametrului ( $D=2R$ ), al fibrei, în funcție de numărul N al minimelor (numărate) din intervalul unghiular dintre  $\theta_m$  și  $\theta_M$  are forma:

D=

b. ► Dependența erorii relative  $\varepsilon_D = \Delta D/D$  (de determinarea diametrului fibrei) de numărul N al minimelor din intervalul unghiular dintre  $\theta_m$  și  $\theta_M$  are forma generală:

c. În aplicația numerică:

► D=

►  $\varepsilon_D$  =