

### Subiectul 1 – Prismă optică

Se consideră o prismă optică având unghiul refringent  $A$  și indicele de refracție relativ față de mediul înconjurător  $n$ . Secțiunea principală a prisme este un triunghi isoscel. În fața prisme se află o sursă punctiformă de lumină.

a) *Analiza deviației unei raze monocromatice prin prisma optică.*

a<sub>1</sub>) Reprezintă mersul unei raze de lumină care pornește de la sursa  $S$  și traversează prisma.

a<sub>2</sub>) Exprimă unghiul de deviație  $\delta$  dintre raza emergentă și raza incidentă.

a<sub>3</sub>) Pentru ce valori ale unghiului de incidență razele de lumină pot traversa prisma? Caz particular:  $A = 75^\circ$ ,  $n = \sqrt{2}$ .

b) *Prisma la deviație minimă*

b<sub>1</sub>) Ce condiție trebuie îndeplinită pentru ca unghiul de deviație să fie minim?

b<sub>2</sub>) Exprimă  $n$  în funcție de  $A$  dacă  $\delta_{\min} = A$ .

b<sub>3</sub>) Determină intervalul de variație al unghiului de deviație pentru cazul  $A = 60^\circ$  și  $n = \sqrt{3}$ .

c) *Prisma de unghi mic.* Consideră că unghiul prisme ( $A$ ) este mic. Pentru unghiuri mici se poate face aproximația  $\sin \alpha \cong \alpha$ , cu unghiul exprimat în radiani.

c<sub>1</sub>) Arată că, pentru unghiuri de incidență mici, unghiul de deviație *practic* nu depinde de unghiul de incidență.

c<sub>2</sub>) Un observator privește sursa prin prisma așezată la *deviația minimă*. Construiește imaginea sursei  $S$  și precizează natura sa. Consideră că sursa se află față de prismă la o distanță  $d$  mult mai mare decât înălțimea prisme.

c<sub>3</sub>) Precizează poziția imaginii sursei  $S$  în condițiile punctului anterior.

### Subiectul 2 - Lentile

**A.** O lentilă este așezată între un obiect și un ecran, aflate în poziții fixe. Obiectul și ecranul sunt perpendiculare pe axa optică principală a lentilei. Deplasând lentila între obiect și ecran se obțin două poziții ale lentilei pentru care imaginea obiectului pe ecran este clară. Distanța dintre cele două poziții reprezintă o treime din distanța obiect – ecran. Calculează raportul dintre distanța obiect – ecran și distanța focală a lentilei.

**B.** Un sistem optic centrat este alcătuit din două lentile convergente  $L_1$  și  $L_2$  aflate în poziții fixe. În fața sistemului, de partea lentilei  $L_1$ , este așezat un obiect perpendicular pe axa optică principală. Imaginea clară a obiectului se formează pe un ecran aflat de cealaltă parte a sistemului optic. Se constată că imaginea formată pe ecran rămâne clară dacă, la **orice** apropiere a obiectului cu distanța  $\Delta x$  față de prima lentilă, ecranul este îndepărtat față de sistem cu distanța  $k \cdot \Delta x$ , unde  $k = 4$ .

b<sub>1</sub>) Calculează mărirea liniară transversală dată de sistem, pentru obiectul aflat în poziția inițială.

b<sub>2</sub>) Se înlocuiește ecranul cu o oglindă plană așezată la distanța  $d_2 = 14$  cm față de lentila  $L_2$ , perpendicular pe axa optică principală a sistemului. Se constată că, dacă se plasează obiectul la distanța  $d_1 = 4$  cm în fața lentilei  $L_1$ , imaginea finală formată de noul sistem optic se suprapune cu obiectul. Calculează distanța dintre cele două lentile.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Subiectul 3 - Disc**

Un disc transparent având raza  $R = 8,0$  cm este așezat pe o masă orizontală, peste o hârtie milimetrică (vezi figura de mai jos). Centrul discului se află în originea unui sistem de axe  $xOy$ . Un pointer laser (cu vârful  $S$ ) se poate deplasa uniform de-a lungul axei  $O'y'$  paralelă cu axa  $Oy$  la distanța de 10 cm de aceasta. Raza de lumină care pleacă din  $S$  se află în planul  $xOy$ .

a) Pointerul pornește din punctul  $O'$  cu viteza de 1 cm/s în sensul negativ al axei  $O'y'$  și se rotește în planul  $xOy$  astfel încât în orice moment raza incidentă trece nedeviată prin disc. Ai pornit cronometrul când sursa pleacă din punctul  $O'$  și îl oprești când lumina trece prin punctul  $T$  situat pe suprafața laterală a discului, la 4 cm sub axa  $Ox$ . Calculează pentru acest moment:

- unghiul format de fasciculul laser cu axa  $Ox$ ;
- coordonata  $y'$  a pointerului laser;
- timpul indicat de cronometru.

b) Presupune acum că sursa  $S$  se deplasează în sensul pozitiv al axei  $O'y'$  iar raza de lumină este permanent paralelă cu axa  $Ox$ .

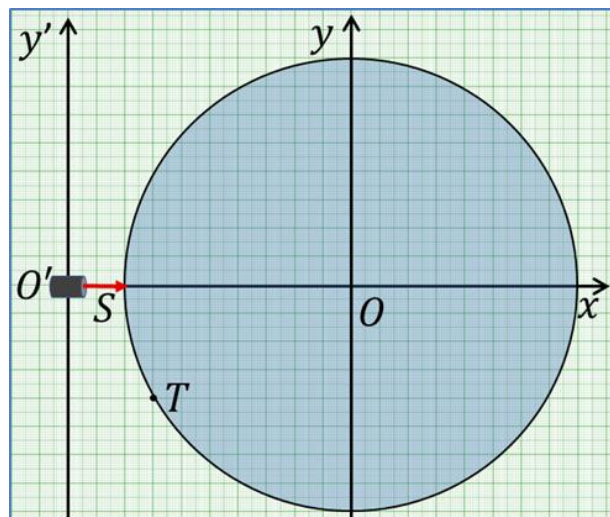
b<sub>1</sub>) Exprimă relația dintre unghiul  $\delta$  (format de direcția razei incidente cu direcția razei emergente) și unghiurile de incidență  $i$  și de refracție  $r$ .

b<sub>2</sub>) Exprimă relația dintre unghiul  $\delta$  și unghiul de refracție  $r$ , când unghiul de incidență este egal cu dublul unghiului de refracție;

b<sub>3</sub>) Calculează  $i$  în condițiile punctului anterior dacă  $n = \sqrt{3}$ .

Dacă vei considera necesar, poți folosi următoarea egalitate:  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ .

c) Sursa  $S$  se deplasează în sensul pozitiv al axei  $O'y'$  iar raza de lumină este permanent paralelă cu axa  $Ox$ . Se măsoară (printr-o metodă convenabilă) distanțele parcurse de lumină în discul transparent pentru diferite valori ale coordonatei  $y'$  a sursei. Datele sunt trecute în tabelul următor:



Nr măs	$y'$ (cm)	$d$ (cm)	$n$	$n_{med}$	$\Delta n$	$(\Delta n)_{med}$
1	4,5	15,1				
2	5,7	14,6				
3	6,4	14,2				
4	7,0	13,8				
5	7,4	13,5				
6	7,7	13,3				

c<sub>1</sub>) Află expresia care îți permite calcularea indicelui de refracție al discului în funcție de  $R$ ,  $y$ ,  $d$  și indicele de refracție al aerului.

c<sub>2</sub>) Folosind datele din tabel calculează indicele de refracție al materialului din care este confecționat discul. Consideră indicele de refracție pentru aer  $n_0 = 1$ . Exprimă rezultatul sub forma  $n = n_{med} \pm (\Delta n)_{med}$ .

Subiect propus de:

Prof. dr. Constantin Corega, CNER Cluj-Napoca,

Prof. Liviu Blanariu, Centrul Național de Evaluare și Examinare, București,

Prof. Florin Moraru, Colegiul Național „N. Bălcescu”, Brăila

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.