



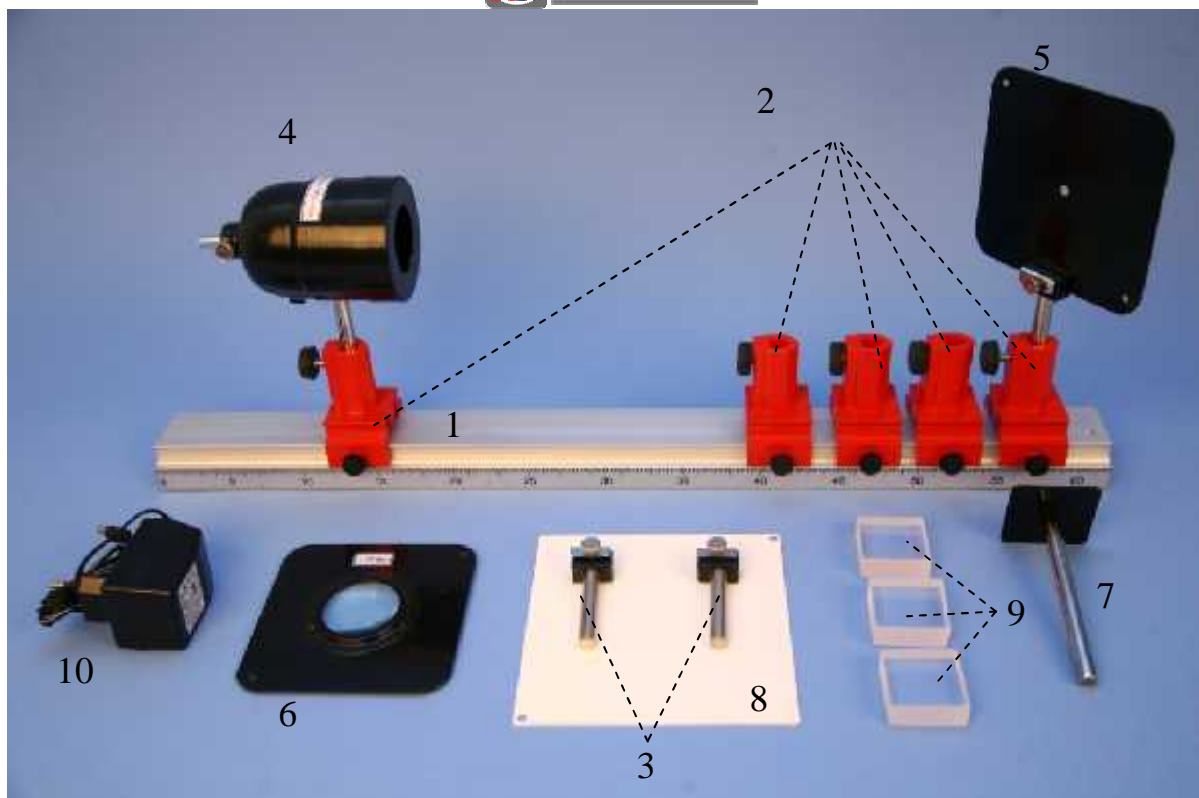
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
I SPORTULUI  
INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012  
**PROBA PRACTICĂ**

**IX**  
**A**

**Lucrarea A**  
**Lame transparente cu fețe plane paralele**

**Materiale la dispoziție**

1) banc optic; 2) suporturi culisante (5 buc.); 3) tijă de fixare; 4) sursă de lumină cu LED alb ( $U = 12V$ ); 5) placă cu fantă circulară,  $\Phi = 6\text{ mm}$ ; 6) lentilă convergentă; 7) suport plan orizontal cu tijă verticală; 8) ecran alb; 9) lame transparente paralelipipedice identice cu dimensiunile  $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ , (3 buc.); 10) alimentator de c.c. ( $U = 12V$ ); 11) raportor; 12) tijă liniară, lungime subire.



**Cerințe**

*Să se determine:*

- distanța focală a lentilei;
- indicele de refracție al lentilei. Diametrul lentilei;  $2r = 50\text{ mm}$ ; grosimea lentilei,  $2h = 6\text{ mm}$ ;
- indicele de refracție al lamelor transparente (4 metode).

Lucrare propusă de prof. dr. Mihail Sandu  
G. .E.A.S. Călimănești



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI  
 ȘI SPORTULUI**  
**INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ**  
 Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012  
**PROBA PRACTICĂ**

IX  
A

**Lucrarea A**

**Mod de lucru – Barem de notare – 10 puncte**

**a) Distanța focală a lentilei ..... 1,00 punct**

Cu notațiile din figura 1, în absența lamei transparente, imaginea sursei se formează, față de lentila L, la distanța  $p_0$ , astfel încât:

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{p_0} = \frac{1}{f}; p_0 = \frac{d_0 f}{d_0 - f},$$

din care:

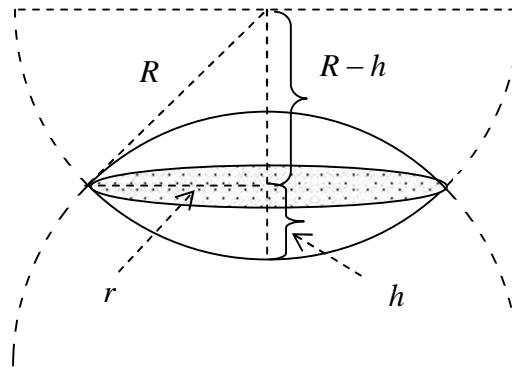
$$f = \frac{d_0 p_0}{d_0 + p_0},$$

unde  $d_0$  și  $p_0$  se măsoară cu rigla, având semnificațiile precizate în desen;

$$d_0 = 30 \text{ cm}; p_0 = 15 \text{ cm};$$

$$f = 10 \text{ cm}.$$

**b) Indicele de refracție al lentilei ..... 2,00 puncte**



$$R^2 = r^2 + (R-h)^2; R = \frac{r^2 + h^2}{2h}.$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); R_1 = R_2 = R;$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{2}{R}; n-1 = \frac{R}{2f} = \frac{r^2 + h^2}{4f};$$

$$n = 1 + \frac{r^2 + h^2}{4f}; n = 1,528.$$

**c) Indicele de refracție al lamelor transparente ..... 6,00 puncte**

**Metoda 1 – Lama transparent între surse și lentilă ; surse fixe și ecran mobil ( $\Delta x$ ) ...1,50 p**

Prezența lamei este echivalentă cu apropierea sursei față de lentilă, până în poziția S, pe distanța  $\Delta X$ , astfel încât distanța de la sursa S până la lentila L este:

$$d = d_0 - \Delta X,$$

considerând că  $\Delta X$  nu este accesibil m surorii cu rigla.

În aceste condiții, imaginea sursei se va forma în punctul S', noua distanță până la lentila L fiind:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}; p = \frac{f(d_0 - \Delta X)}{(d_0 - \Delta X) - f}.$$

Ca urmare a introducerii lamei transparente, imaginea sursei s-a deplasat de lentilă pe distanța:

$$\Delta x = p - p_0 = \left( \frac{d_0 - \Delta X}{d_0 - \Delta X - f} - \frac{d_0}{d_0 - f} \right) f,$$

unde  $\Delta x = p - p_0$  este accesibil m surorii cu rigla.

Cu notațiile din figura 2, din triunghiurile dreptunghice ABC, ABD și ESS<sub>0</sub>, în acord cu legea refracției, rezultă :

$$\sin(r - s) = \frac{u}{AB}; AB = \frac{u}{\sin(r - s)};$$

$$\cos s = \frac{h}{AB}; AB = \frac{h}{\cos s};$$

$$u = h \frac{\sin(r - s)}{\cos s};$$

$$\Delta X = \frac{u}{\sin r} = h \frac{\sin(r - s)}{\sin r \cos s} = h(1 - \cot r \tan s);$$

$$\sin r = \frac{b/2}{d_0} \ll 1; \sin r \approx r; \tan r \approx \sin r = r;$$

$$\cos r \approx 1; \cot r = \frac{1}{\tan r} \approx \frac{1}{r};$$

$$\sin r = n \sin s; \sin s = \frac{\sin r}{n} = \frac{r}{n} \approx s;$$

$$\tan s \approx \sin s = s = \frac{r}{n};$$

$$\Delta X = h(1 - \cot r \tan s) \approx h \left( 1 - \frac{s}{r} \right) = h \left( 1 - \frac{1}{n} \right) = h(1 - n^{-1});$$

$$\Delta x = \left( \frac{d_0 - \Delta X}{d_0 - \Delta X - f} - \frac{d_0}{d_0 - f} \right) f;$$

$$\Delta x = \frac{(n-1)hf^2}{(d_0 - f)[(d_0 - f)n - h(n-1)]};$$

$$n = \frac{h[f^2 + (d_0 - f)\Delta x]}{hf^2 - (d_0 - f)(d_0 - f - h)\Delta x}.$$

Nr. det.	$d_0$	$f$	$h$	$\Delta x$	$n$	$\bar{n}$
1	22 cm	10 cm	1,5 cm	0,3 cm	1,38	1,38
2	22 cm	10 cm	3,0 cm	0,6 cm	1,36	
3	22 cm	10 cm	4,5 cm	1,00 cm	1,40	

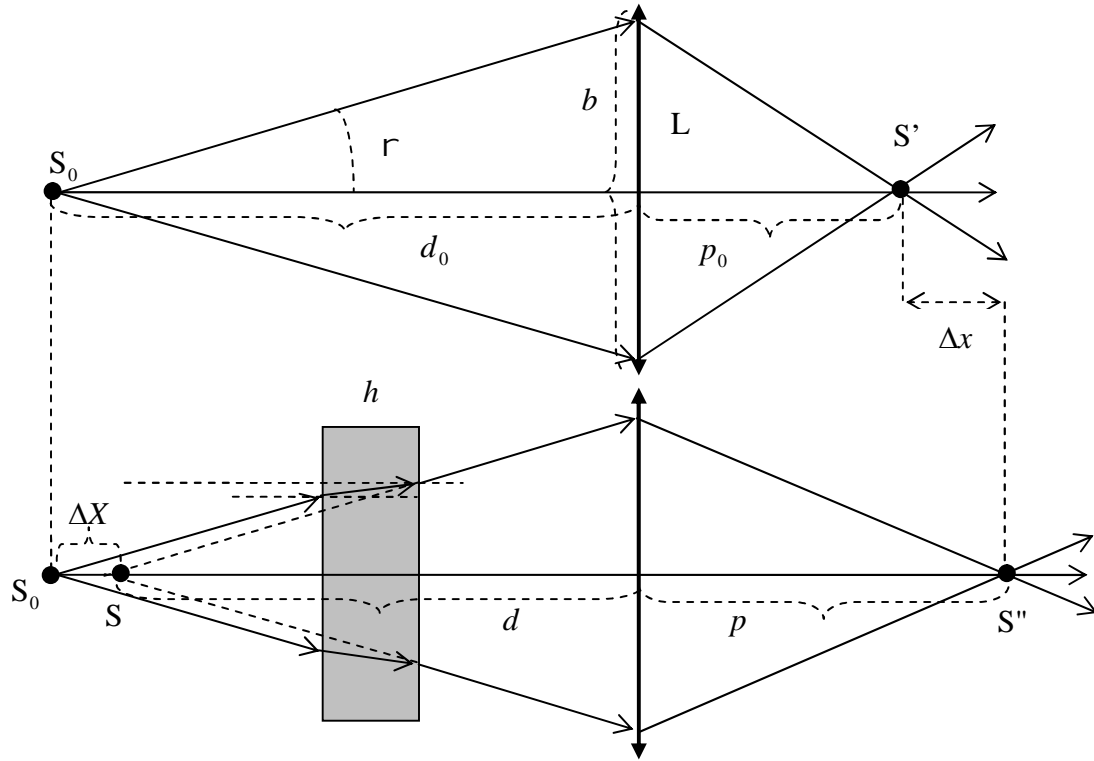


Fig. 1

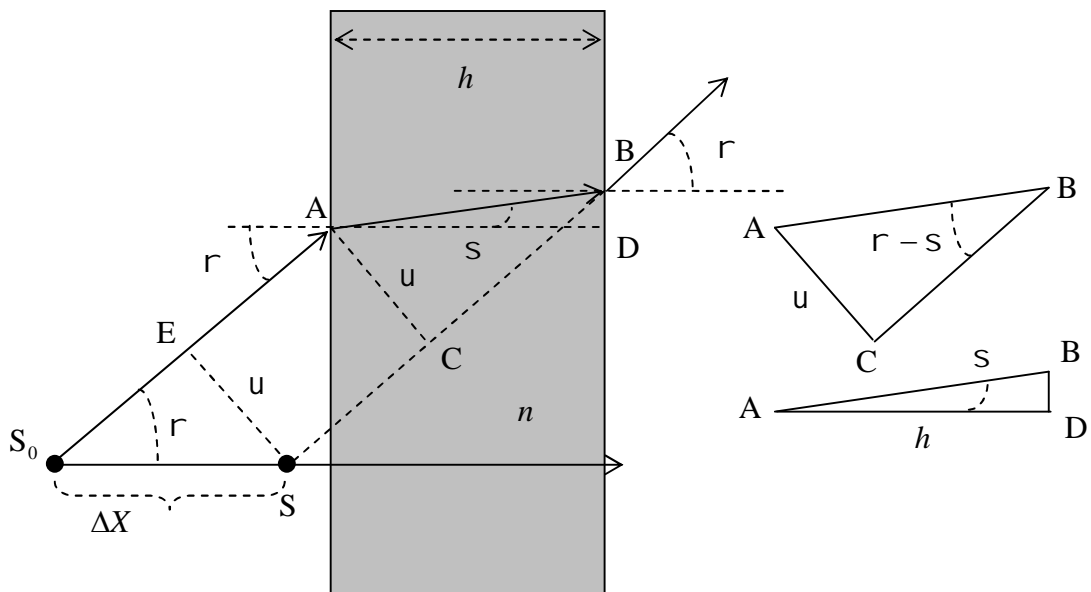
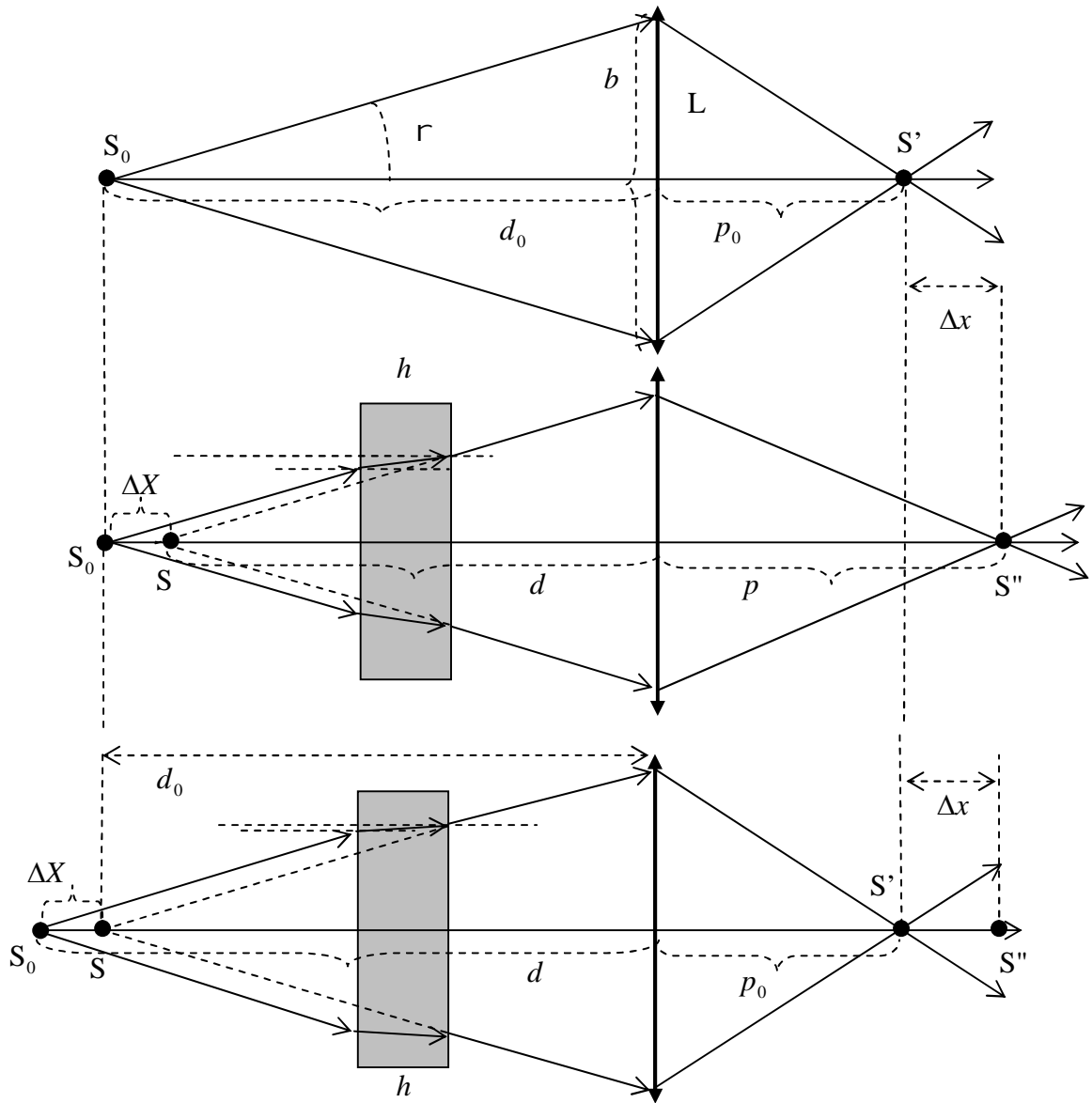


Fig. 2

**Metoda 2 – Lama transparent între sursă și lentilă ; ecran fix, sursă mobilă ( $\Delta X$ ) ...1,50 p**

Observând că  $\Delta X$  este accesibil măsurând cu rigla, procedând așa cum indică secvențele din figura 3, rezultă :



**Fig. 3**

$$\Delta X = h(1 - \cot r \tan s) \approx h \left(1 - \frac{s}{r}\right) = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = h(1 - n^{-1});$$

$$n = \frac{h}{h - \Delta X}.$$

În prezența lamei transparente, se deplasează ecranul din poziția  $S''$  în poziția  $S'$  și se deplasează sursa până când imaginea sursei este din nou clar pe ecran.

Nr. det.	$h$	$\Delta X$	$n$	$\bar{n}$
1	15 mm	4 mm	1,36	1,39
2	30 mm	9 mm	1,42	
3	45 mm	13 mm	1,40	

Metoda 3 – Lama transparentă între lentilă și ecran; sursă fixă, ecran mobil ( $\Delta x$ ) ...1,50 p

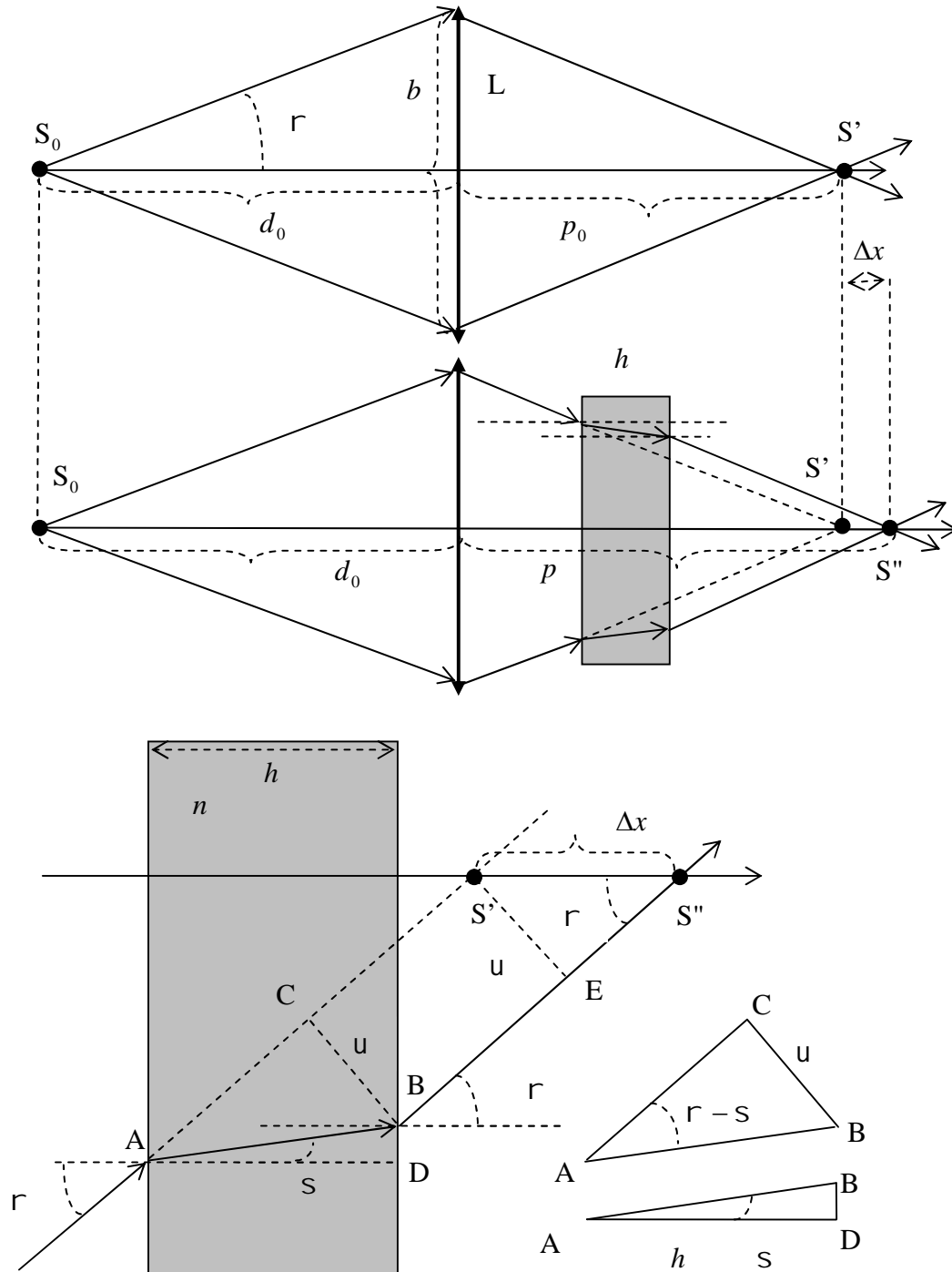


Fig. 4

Cu notațiile din figura 4, din triunghiurile dreptunghice ABC, ABD și ES'S'', în acord cu legea refracției, rezultă :

$$\sin(r - s) = \frac{u}{AB}; \quad AB = \frac{u}{\sin(r - s)};$$

$$\cos S = \frac{h}{AB}; AB = \frac{h}{\cos S};$$

$$u = h \frac{\sin(r - S)}{\cos S};$$

$$\Delta x = \frac{u}{\sin r} = h \frac{\sin(r - S)}{\sin r \cos S} = h(1 - \cot r \tan S);$$

$$\sin r = \frac{b/2}{d_0} \ll 1; \sin r \approx r; \tan r \approx \sin r = r;$$

$$\cos r \approx 1; \cot r = \frac{1}{\tan r} \approx \frac{1}{r};$$

$$\sin r = n \sin S; \sin S = \frac{\sin r}{n} = \frac{r}{n} \approx S; \tan S \approx \sin S = S = \frac{r}{n};$$

$$\Delta x = h(1 - \cot r \tan S) \approx h \left(1 - \frac{S}{r}\right) = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = h(1 - n^{-1});$$

$$n = \frac{h}{h - \Delta x},$$

unde  $\Delta x = p - p_0$  se m soar cu rigla.

Nr. det.	$h$	$\Delta x$	$n$	$\bar{n}$
1	15 mm	4,50 mm	1,42	1,45
2	30 mm	10,00 mm	1,50	
3	45 mm	14,00 mm	1,45	

#### Metoda 4 – Lama transparent pe suport orizontal

Aprecierea vizual a grosimii aparente .....1,50 puncte

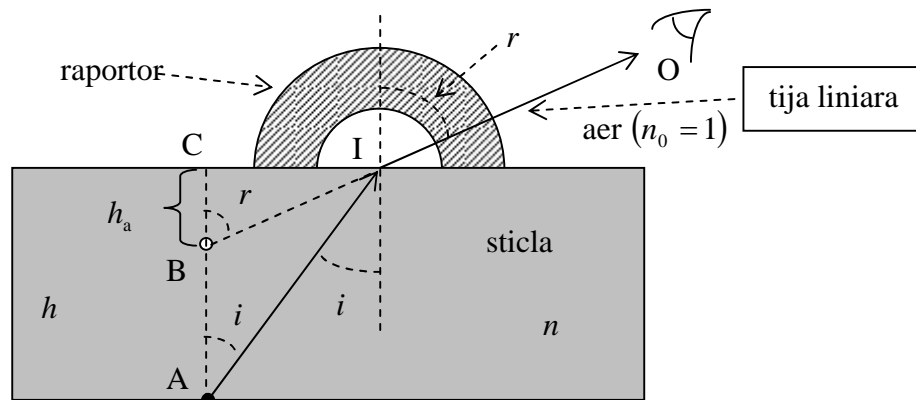


Fig. 5

Lama fiind pus pe un suport orizontal, a a cum indic figura 5, unde raportorul este a ezat în plan vertical, pe partea lateral a lamei, în contact cu aceasta, se pune tija liniar pe direc ia pe care privind, apreciem c grosimea aparent a lamei este jum tate din grosimea ei real .

În aceste condi ii, rezult :

$$n \sin i = \sin r;$$

$$AC = h; BC = h_{\text{aparent}}; CI = d;$$

$$\tan i = \frac{d}{h}; d = h \tan i;$$

$$\tan r = \frac{d}{h_a}; d = h_a \tan r;$$

$$h_a \tan r = h \tan i;$$

$$h_a = h \frac{\tan i}{\tan r} = h \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} = \frac{h \cos r}{n \cos i};$$

$$n \sin i = \sin r;$$

$$\sin i = \frac{\sin r}{n}; \cos i = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 r}{n^2}} = \frac{1}{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 r};$$

$$h_a = \frac{h}{n} \frac{\cos r}{\frac{1}{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 r}} = h \frac{\cos r}{\sqrt{n^2 - \sin^2 r}};$$

$$n = \sqrt{\sin^2 r + \frac{h^2}{h_a^2} \cos^2 r};$$

$$h_a = \frac{h}{2}; n = \sqrt{\sin^2 r + 4 \cos^2 r};$$

$$n = \sqrt{1 + 3 \cos^2 r}; r \approx 55^\circ;$$

$$n = 1,408.$$

**Oficiu ..... 1,00 punct**