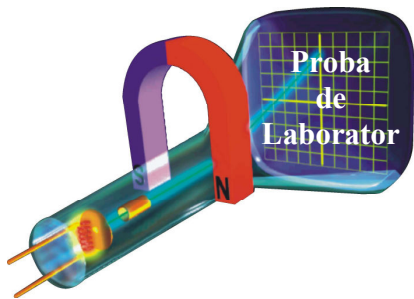


# OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



2 februarie 2009

XII

## Lucrarea A

### Determinarea convergenței unei lentile și a indicelui de refracție al unui lichid transparent necunoscut

Materiale la dispoziție (fig. 1)

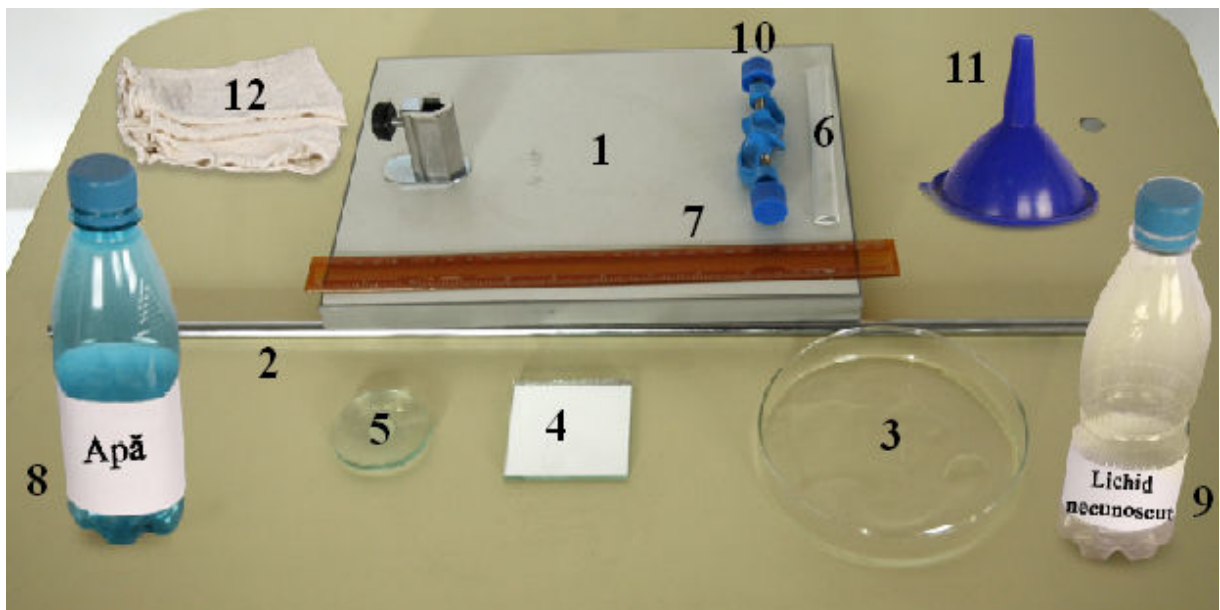


Fig. 1

- 1) suport cu mufă;
- 2) tijă  $\Phi = 10$  mm și  $L = 600$  mm;
- 3) capac cutie Petri;
- 4) oglindă plană;
- 5) lentilă biconvexă;
- 6) corp liniar alb;
- 7) riglă gradată;

- 8) flacon cu apă;
- 9) flacon cu lichid transparent necunoscut;
- 10) mufă;
- 11) pâlnie;
- 12) lavetă.

**Cerințe**

Să se determine:

- a) convergența lentilei biconvexe;
- b) razele de curbură ale suprafețelor lentilei;
- c) indicele de refracție al lichidului necunoscut.

Se cunoaște indicele de refracție al apei,  $n_{\text{apă}} = \frac{4}{3}$ .

**Indicație**

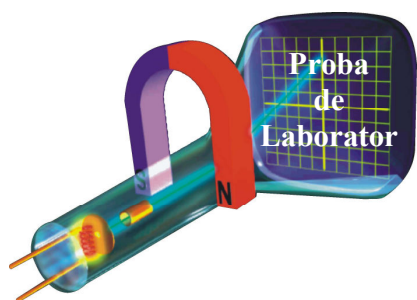
Se realizează montajul din figura 2 și se reglează poziția obiectului, menținându-l perpendicular pe axul optic principal al lentilei, astfel încât, privind pe verticală, de sus în jos, de deasupra obiectului, obiectul și imaginea sa să fie în prelungire și identice ca dimensiuni (lățime).



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

# OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



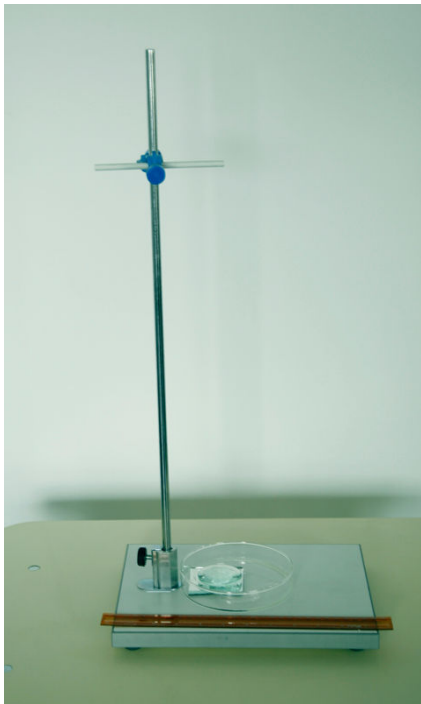
**XII**

2 februarie 2009

## Lucrarea A

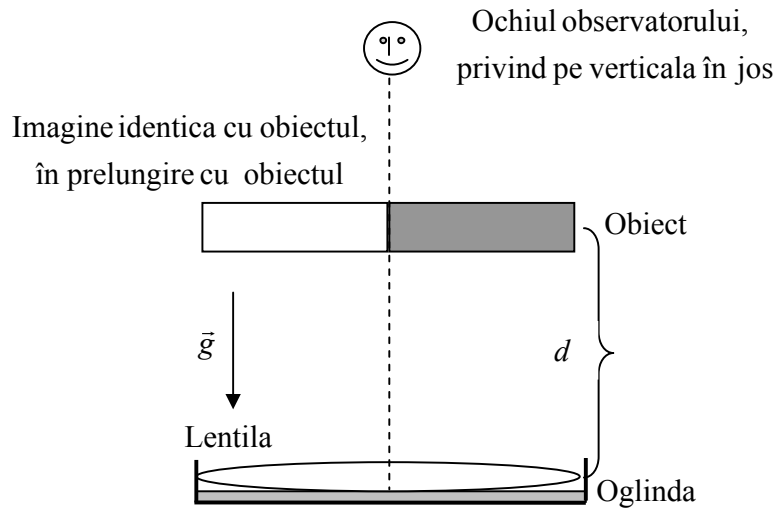
### Determinarea convergenței unei lentile și a indicelui de refracție al unui lichid transparent necunoscut

#### Barem de notare

Lucrarea A	Parțial	Punctaj
A. Barem de notare - Lucrarea A		<b>10</b>
<b>a) Determinarea convergenței lentilei</b>		<b>3,00</b>
1) Se realizează montajul reprezentat în figura 1.		
	0,50	
<b>Fig. 1</b>		

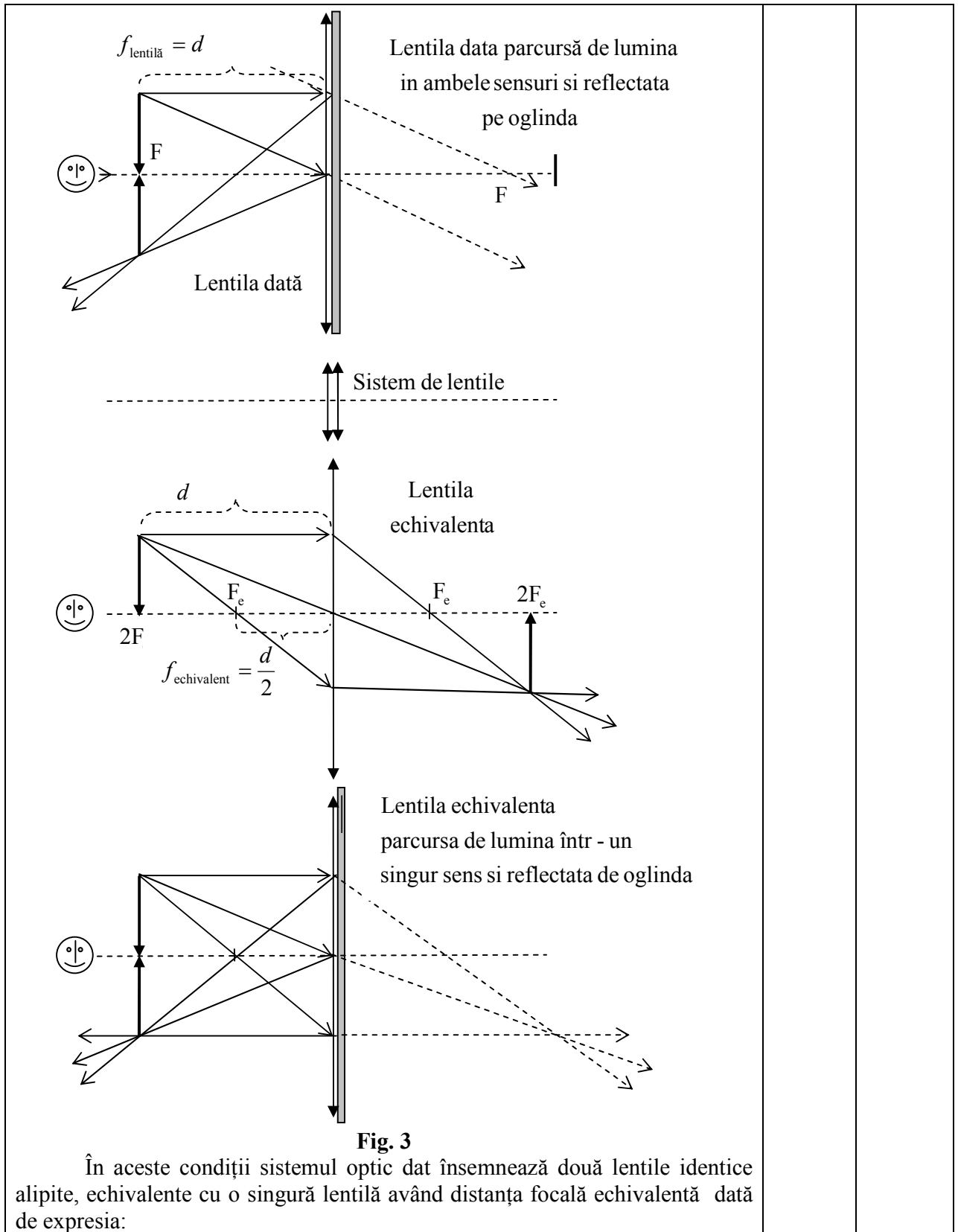
2) Pentru determinarea convergenței lentilei biconvexă dată, se realizează montajul din figura 2 și se reglează poziția obiectului, menținându-l perpendicular pe axul optic principal al lentilei, astfel încât, privind pe verticală, de sus în jos, de deasupra obiectului, obiectul și imaginea sa să fie în prelungire și identice ca dimensiuni (lățime). Se măsoară distanța  $d$  corespunzătoare acestei stări.

0,50



**Fig. 2**

În drumul său de la obiect până la ochiul observatorului, lumina plecată de la obiect spre sistemul optic reprezentat în figura 1, trece prin lentilă, mai întâi de sus în jos (respectând legile refracției), se reflectă pe oglindă (respectând legile reflexiei) și apoi trece din nou prin lentilă, de jos în sus (respectând legile refracției), formând imaginea obiectului, în prelungirea acestuia și identică cu acesta, așa cum, în detaliu, se dau explicații în figura 3.



$$\frac{1}{f_{\text{echivalent}}} = \frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{1}{f_{\text{lentilă}}} = \frac{2}{f_{\text{lentilă}}};$$

$$f_{\text{echivalent}} = \frac{f_{\text{lentilă}}}{2}.$$

Deoarece „distanța obiect” = “distanța imagine” =  $d$ , rezultă:

$$\frac{1}{f_{\text{echivalent}}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{2}{d};$$

$$f_{\text{echivalent}} = \frac{d}{2} = \frac{f_{\text{lentilă}}}{2}; f_{\text{lentilă}} = d;$$

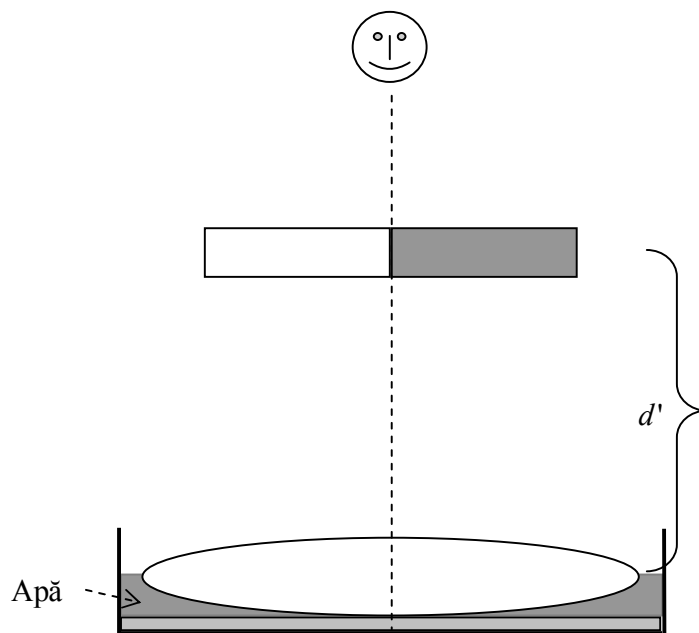
$$C_{\text{lentilă}} = \frac{1}{f_{\text{lentilă}}} = \frac{1}{d}.$$

Rezultat experimental:  $C_{\text{lentila}} = 0,01 \text{ m}^{-1}$ .

**b) Determinarea razelor de curbură ale suprafețelor lentilei**

**3,00**

1) Pentru determinarea razelor de curbură ale celor două suprafețe biconvexe identice ale lentilei, se pune apă între lentilă și oglindă, așa cum indică figura 4, formându-se acolo o lentilă divergentă plan concavă cu distanța focală  $f_a$ .



**Fig. 4**

Știind că distanța focală a unei lentile este dată, în general, de expresia:

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

rezultă că expresia distanței focale a lentilei divergente, plan concavă, formată de apa dintre lentila dată și suprafața oglinzii plane este dată de expresia:

$$\frac{1}{f_{\text{apă}}} = -\frac{n_{\text{apă}} - 1}{R} < 0,$$

unde  $n_{\text{apă}}$  (indicele de refracție al apei) se cunoaște.

2) Se repetă experimentul, reglând din nou poziția obiectului, menținându-l perpendicular pe axul optic principal al lentilei, astfel încât, privind pe verticală, de sus în jos, de deasupra obiectului, obiectul și imaginea sa să fie în prelungire și identice ca dimensiuni (lățime). Se măsoară distanța  $d'$  corespunzătoare acestei noi stări.

Deoarece în acest caz, lumina trece în ambele sensuri atât prin lentila de sticlă, cât și prin lentila de apă, reflectându-se apoi pe oglindă, sistemul dat însemnează patru lentile alipite, echivalente cu o singură lentilă având distanța focală echivalentă dată de expresia:

$$\frac{1}{f_e} = 2 \left( \frac{1}{f_{\text{lentila}}} + \frac{1}{f_{\text{apa}}} \right) = \frac{2}{d'}$$

Rezultă:

$$\frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{1}{f_{\text{apă}}} = \frac{1}{d'}; \quad \frac{1}{d} - \frac{n_{\text{apă}} - 1}{R} = \frac{1}{d'};$$

$$R = \frac{dd'(n_{\text{apă}} - 1)}{d' - d}$$

3) Pentru repetarea determinării razelor de curbură ale celor două suprafețe biconvexe identice ale lentilei, se pune apă în cuvă până când se acoperă lentila, așa cum indică figura 5, formându-se acolo două lentile divergente plan concave, fiecare cu distanța focală  $f_a$ .

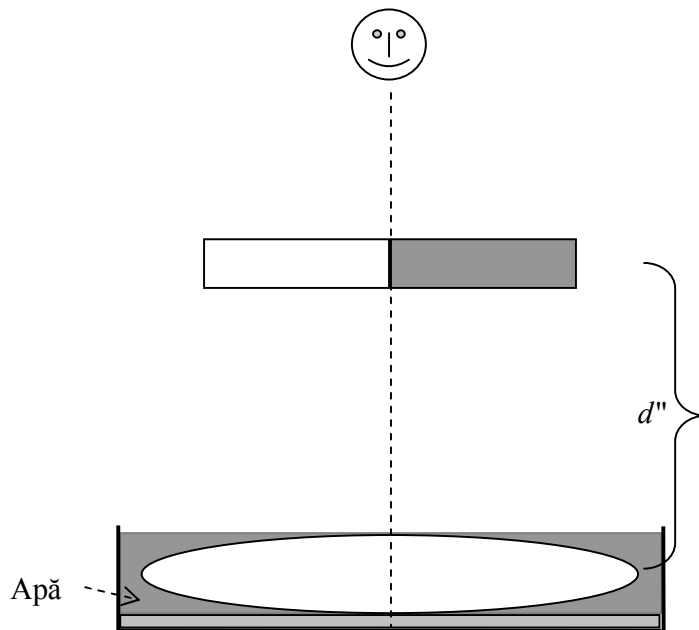
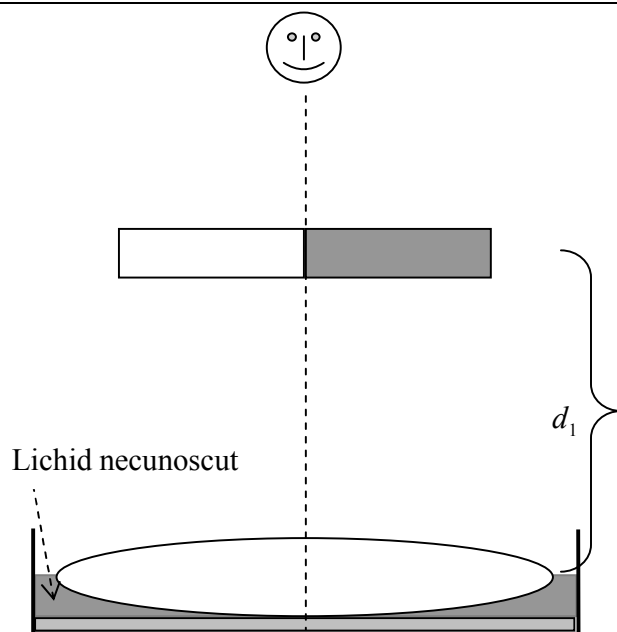


Fig. 5

<p>Deoarece în acest caz, lumina trece în ambele sensuri atât prin lentila de sticlă, cât și prin lentilele de apă, reflectându-se apoi pe oglindă, sistemul dat înseamnă șase lentile alipite, echivalente cu o singură lentilă având distanța focală echivalentă dată de expresia:</p> $\frac{1}{f_e} = 2 \left( \frac{1}{f_{ap\acute{a}}} + \frac{1}{f_{lentila}} + \frac{1}{f_{apa}} \right) = \frac{2}{d''}.$ <p>Rezultă:</p> $\frac{1}{f_{lentil\grave{a}}} + \frac{2}{f_{ap\acute{a}}} = \frac{1}{d''}; \quad \frac{1}{d} - 2 \frac{n_{ap\acute{a}} - 1}{R} = \frac{1}{d''};$ $R = \frac{2dd''(n_{ap\acute{a}} - 1)}{d'' - d}.$ <p><i>Rezultat experimental:</i> <math>R = 11,68</math> cm.</p>		
<b>c) Detrminarea indicelui de refracție al lichidului necunoscut</b>		<b>3,00</b>
<p>1) Pentru determinarea indicelui de refracție al sticlei din care este confecționată lentila, știm că, în general:</p> $\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \quad R_1 = R_2 = R.$ <p>Rezultă:</p> $\frac{1}{f_{lentil\grave{a}}} = \frac{2(n - 1)}{R} = \frac{1}{d} = C;$ $n = 1 + \frac{R}{2d}.$ <p><i>Rezultat experimental:</i> <math>n_{sticl\grave{a}} = 1,52.</math></p>		
<p>2) Pentru determinarea indicelui de refracție al lichidului transparent necunoscut se reia experimentul prezentat în figura 4, înlocuind apa cu lichidul necunoscut, așa cum indică figura 6, al cărui indice de refracție este <math>n_x</math>.</p>		





**Fig. 6**

3) Se caută distanța  $d_1$  pentru care obiectul și imaginea se văd în prelungire. În aceste condiții, avem:

$$\frac{1}{f_{1,\text{echivalent}}} = 2 \left( \frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{1}{f_x} \right) = \frac{2}{d_1};$$

$$\frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{1}{f_x} = \frac{1}{d_1}; \quad \frac{1}{d} - \frac{n_x - 1}{R} = \frac{1}{d_1};$$

$$n_x = 1 + \frac{R(d_1 - d)}{dd_1}.$$

*Rezultat experimental:*  $n_x = 1,42$ .

4) Pentru repetarea determinării indicelui de refracție al lichidului transparent necunoscut se reia experimentul prezentat în figura 5, înlocuind apa cu lichidul necunoscut, așa cum indică figura 7, al cărui indice de refracție este  $n_x$ .

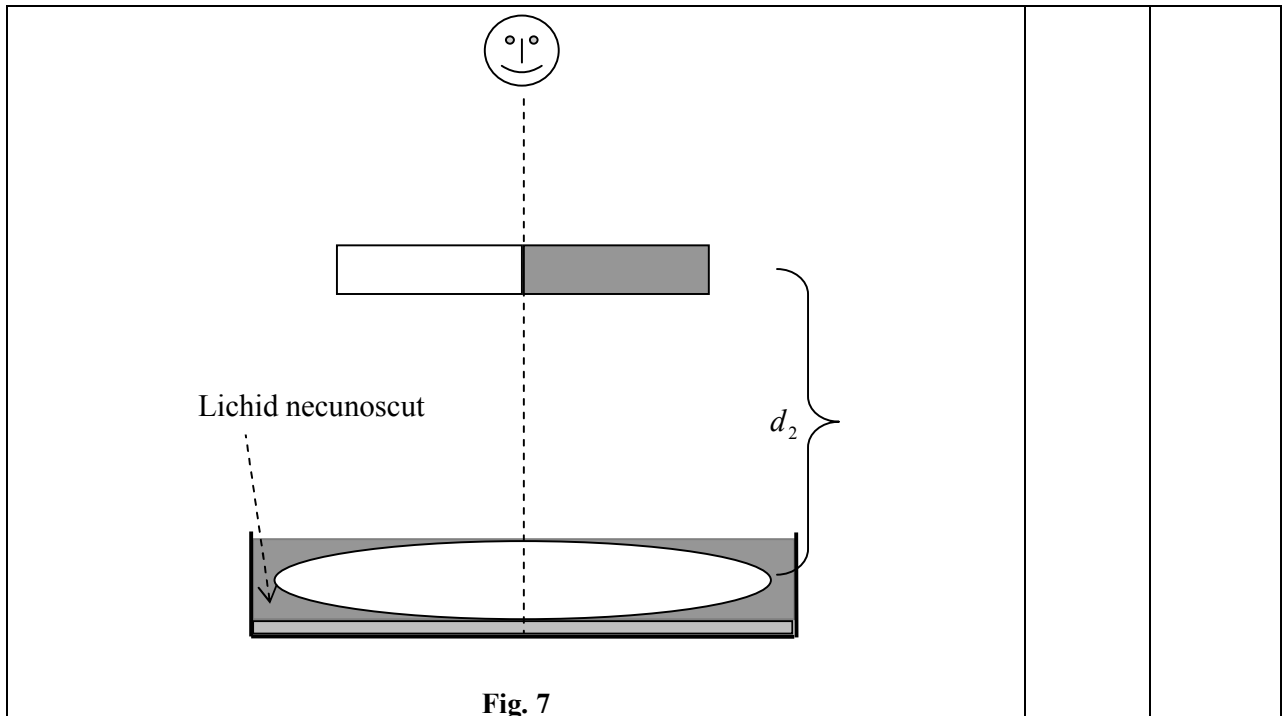


Fig. 7

5) Se caută distanța  $d_2$  pentru care obiectul și imaginea se văd în prelungire. În aceste condiții, avem:

$$\frac{1}{f_{2,\text{echivalent}}} = 2 \left( \frac{1}{f_x} + \frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{1}{f_x} \right) = \frac{2}{d_2};$$

$$\frac{1}{f_{\text{lentilă}}} + \frac{2}{f_x} = \frac{1}{d_2}; \quad \frac{1}{d} - 2 \frac{n_x - 1}{R} = \frac{1}{d_2};$$

$$n_x = 1 + \frac{R(d_2 - d)}{2dd_2}.$$

Oficiu

1,00