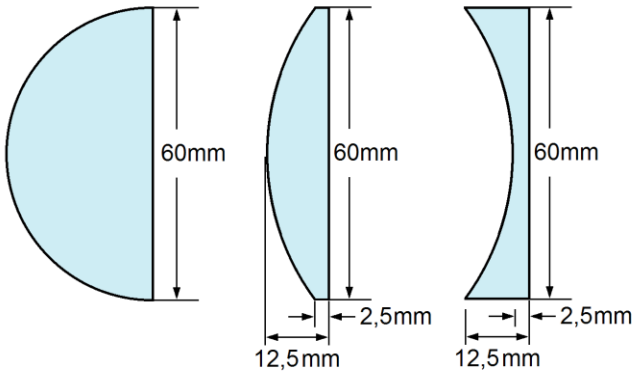
Olimpiada Naţională de Fizică
Timişoara, 2016
Proba practică

IX

Scopul lucrării: Studiul oglinzilor şi lentilelor

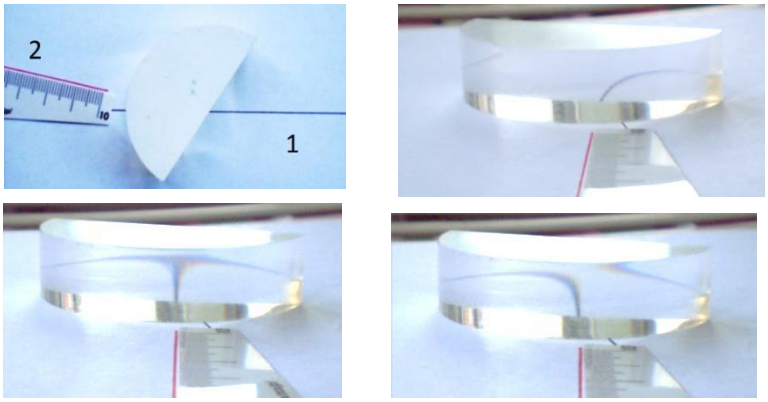
Materiale puse la dispoziţie

- bloc semicilindric din plexiglas
- oglindă convexă cilindrică obţinută prin lipirea unei folii reflectătoare pe faţa curbată a unei lentile cilindrice plan-convexe din plexiglas;
- oglindă concavă cilindrică obţinută prin lipirea unei folii reflectătoare pe faţa curbată a unei lentile cilindrice plan-concave din plexiglas
- hârtie albă
- hârtie milimetrică (1/2 coală format A2; 3 coli format A3 şi 4 coli format A4)
- riglă gradată
- ecran de hârtie
- sursă luminoasă



Experiment introductiv

- se trasează pe o foaie de hârtie albă o linie dreaptă(1).
- se plasează deasupra liniei,într-o poziţie oarecare, un sistem optic, de exemplu blocul semicilindric.
- se priveşte prin sistem şi se observă imaginea liniei.



Se constată că există o direcţie de vizare pentru care imaginea liniei este o dreaptă (vezi imaginea din stânga jos). Această direcţie de vizare corespunde razei emergente care s-ar obţine trimiţând spre sistem o rază incidentă de-a lungul liniei trasate. Cu ajutorul riglei, orientată corespunzător, se poate trasa o dreaptă (2) având direcţia razei emergente. Aceeaşi metodă se poate utiliza şi în cazul oglinzilor, cu precizarea că raza incidentă şi raza emergentă sunt acum în acelaşi semispaţiu.

1. Durata probei este de **3 ore**.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: **18 puncte** pentru rezolvarea cerinţelor, **2 puncte** din oficiu.

Enunţuri

1. Utilizând rigla şi un instrument de scris, trasați o linie dreaptă pe hârtia milimetrică. Plasați convenabil pe aceasta semicilindrul, cu faţa opacă în jos. Determinaţi indicele de refracţie al materialului din care este confecţionat semicilindrul.

2. Consideraţi oglinda convexă cilindrică. Intersecţia axei optice principale a oglinzii cu prelungirea razei reflectate corespunzătoare unei raze incidente paralelă cu această axă, sugerează existenţa unui focar virtual al oglinzii. Acestui „***focar***”i se poate asocia o „***distanţă focală***”$\boldsymbol{f}$, măsurată între acest punct şi vârful oglinzii. Calculul arată că poziţia „***focarului***” depinde de distanţa $\boldsymbol{y}$ dintre raza incidentă şi axa optică principală a oglinzii, precum și de raza de curbură $\boldsymbol{R}_a$ acesteia.
   a. Stabiliţi dependenţa $\boldsymbol{f} = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{y})$
   b. Pentru verificarea experimentală a relaţiei găsite, trasaţi pe hârtia milimetrică (format A3) 5 linii paralele echidistante situate la distanţa de 5 mm una faţă de cealaltă, numerotate (în ordine) 0,1,2,3,4. Aşezaţi oglinda pe hârtia milimetrică cu faţa opacă în plan orizontal, iar axa ei optică să coincidă cu linia 0.
   Utilizând rigla şi un instrument de scris, determinaţi poziţia fiecărui *„focar”* corespunzător razelor asociate liniilor 1,2,3 şi 4, şi măsuraţi distanţele focale $\boldsymbol{f_i}$(i=1,2,3,4).
   Reprezentaţi grafic (pe aceeaşi diagramă) valorile teoretice şi experimentale $\boldsymbol{f_i} = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{y_i})$**.** Folosiţi în acest scop hârtia milimetrică de format A4 (albastră).
   c. Repetaţi procedeele de la punctele a şi b pentru oglinda concavă cilindrică.

3. Dezlipiți folia reflectătoare de pe cele două lentile. Aşezaţi pe o hârtie milimetrică ecranul (vertical) şi lentila plan-convexă (cu faţa opacă în jos). Alegeţi o axă optică şi centraţi cele două pieseîn raport cu aceasta.Folosind drept obiect luminos sursa de lumină albă, imaginea clară a acesteia dată de lentilă are forma unui dreptunghi, cu marginile verticale nete.
   Verificați faptul că pentru distanţe sursă-ecran suficient de mari, există două poziţii ale lentilei plan-convexe pentru care se obţine oimagine clară a sursei.
   a. măsurând lungimea cursei lentilei între aceste poziţii, determinați distanţa focală a lentilei plan-convexe.
   b. fără a efectua măsurători suplimentare, determinați raportul dintre distanţa focală a lentilei plan-convexe şi cea a lentilei plan-concave.

4. În ce raport se află distanţele focale ale oglinzii convexe, oglinzii concave şi lentilei plan-concave? Consideraţi doar aproximaţia paraxială.

   Descrieţi pe scurt,la fiecare punct, procedura experimentală şi indicaţi formulele folosite.
   Efectuaţi câte 5 determinări independente, la fiecare dintre punctele 1, 2.b, 2.c şi 3.a.
   Introduceţi datele în tabele şi prelucraţi-le după caz.
   Calculaţi valoarea medie a mărimilor determinate şi erorile relative.
   Identificaţi principalele surse de eroare.

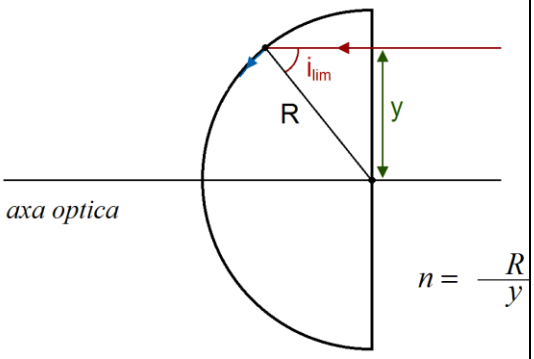
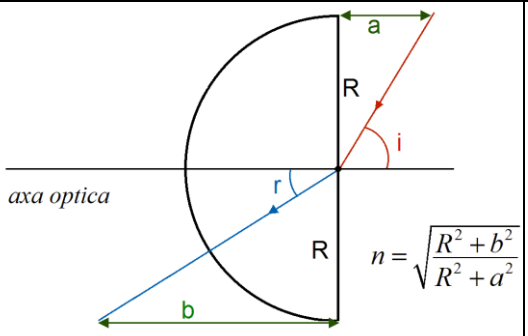
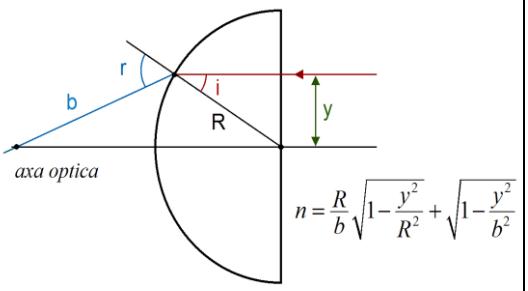
Indicaţii:
   a) manipulaţi cu grijă oglinzile şi lentilele, pentru a nu le deteriora
   b) la punctele 3 şi 4, consideraţi valabilă aproximaţia lentilelor subţiri.

Subiecte propuse de:
Conf.univ.dr. Aurel Ercuţa, Universitatea de Vest Timişoara
Lector univ. dr. Liliana Lighezan, Universitatea de Vest Timişoara
Prof. Elena Wolf, Liceul Teoretic Nikolaus Lenau

1. Durata probei este de **3 ore**.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: **18 puncte** pentru rezolvarea cerinţelor, **2 puncte** din oficiu.

Olimpiada Naţională de Fizică
Timişoara, 2016
Proba practică

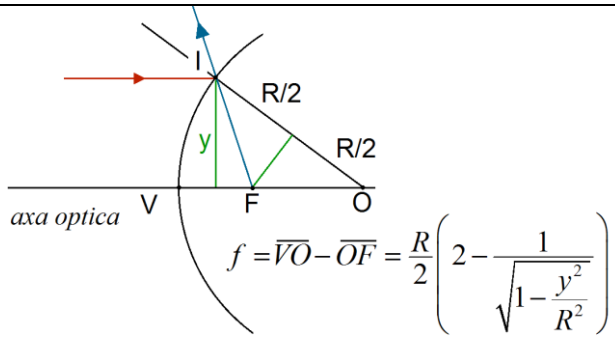
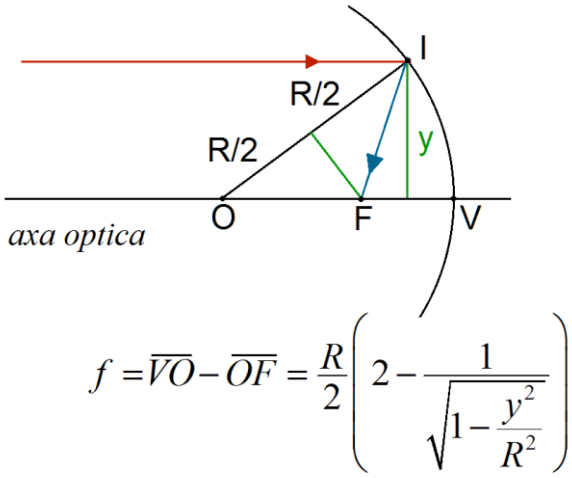
IX

			Parțial	Punctaj
1.	Varianta 1 Se privesc dinspre partea curbată a blocului semicilindric liniile de pe hârtia milimetrică perpendiculare pe faţa plană a acestuia. Se găseşte linia extremă corespunzătoare razei incidente normal pe faţa generatoare (verticală) plană a blocului semicilindric, care se mai poate observa privind dinspre partea curbată a blocului semicilindric. Se măsoară distanţa y conform figurii. Se determină indicele de refracţie pe baza relaţiei $\sin(i_{\lim}) = \frac{1}{n}$			
	Varianta 2 Razele luminoase incidente în centrul de curbură al semicilindrului sunt refractate de-a lungul razei de curbură şi, în consecinţă, întâlnesc suprafaţacurbată a semicilindrului subincidenţă normală, şi ies nedeviate. În concluzie, raza emergentă se află în prelungirea razei din semicilindru. Se plasează semicilindrul astfel încât linia trasată să atingă faţa plană a acestuia în centrul său. Se trasează linia corespunzătoare razei emergente. Se marchează pe hârtia milimetrică punctul de incidenţă şi colţurile semicilindrului. Se îndepărtează semicilindrul şi se prelungeşte linia corespunzătoare razei emergente până în punctul de incidenţă. Din punctele care marchează colţurile semicilindrului se trasează drepte paralele cu axa optică, până la intersecţia cu liniile corespunzătoare celor două raze.Se determină indicele de refracţie pe baza relaţiei $n = \frac{\sin(i_{\lim})}{\sin(r_{\lim})}$. aplicată figurii rezultate pe hârtia milimetrică.			
	Varianta 3 Razele luminoase incidente normal la suprafaţa plană a semicilindrului trec nedeviate prin semicilindru până la suprafaţa curbată, indiferent de distanţa (y) la care se găsesc faţă de axa optică. Se observă prin semicilindrulinia corespunzătoare razei incidente şi se trasează linia corespunzătoare razei emergente;aceasta va fi în prelungirea razei din semicilindru. Se marchează centrul optic şi punctul de incidenţă, iar apoi se îndepărtează semicilindrul. Se uneşte centrul optic cu punctul de incidenţă:lungimea acestui segment este egală cu raza de curbură (R). Se prelungeşte linia corespunzătoare razei emergente până în punctul de incidenţă, respectiv, până la			

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada Naţională de Fizică
Timișoara, 2016
Proba practică

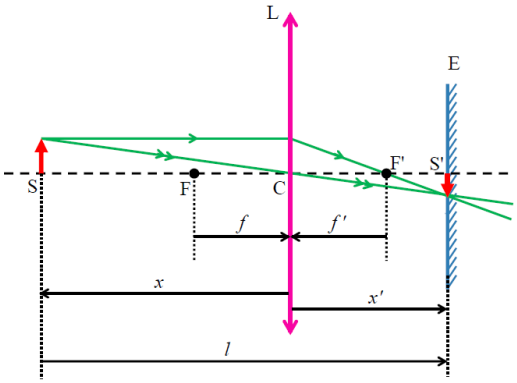
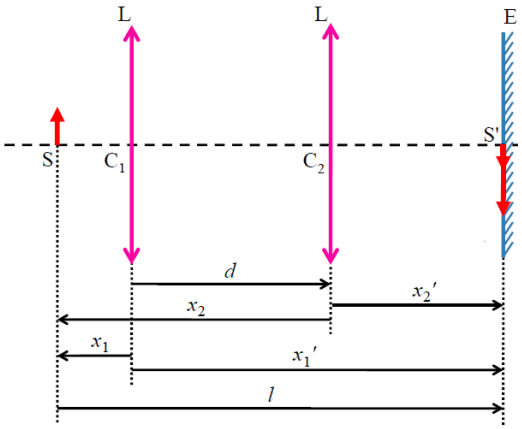
IX

	intersecţia cu axa optică.Se măsoară lungimea *b* a acestui segmentşi se calculează indicele de refracţie în funcţie de mărimile *R*, *y* şi *b*.			
	Descrierea procedeului experimental şi desenul corespunzător Găsirea formulei de calcul final Calcul $n_i, \bar{n}$ Calcul $\Delta n_i = n - n_i$, $\frac{\overline{\lvert\Delta n\rvert}}{\bar{n}}$ Identificare surse de eroare		0,75 0,75 0,5 0,5 0,5	**3**
2.a	Determinarea *f*(*y*) pentru oglinda convexă Desen Găsirea formulei de calcul final *f*(*y*) Calcul $f_{teoretic}$		1 1 0,5	**5**
2.b.	Descrierea procedeului experimental şi calculul R Determinare f_i şi $\bar{f}$ Calcul $\Delta f_i = \bar{f} - f_i$şi $\frac{\lvert\Delta f_i\rvert}{\bar{f}}$ Tabel si reprezentare grafică		1 0,5 0,5 0,5	
2.c.	Determinarea *f*(*y*) pentru oglinda concavă Descrierea procedeului experimental Desen Găsire formulă de calcul final ***f*** Calcul f_işi $\bar{f}$ Calcul $\Delta f_i = \bar{f} - f_i$şi $\frac{\overline{\lvert\Delta f\rvert}}{\bar{f}}$ Tabel si reprezentare grafică		0,5 0,5 1 0,5 0,5 0,5	**3,5**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada Naţională de Fizică
Timișoara, 2016
Proba practică

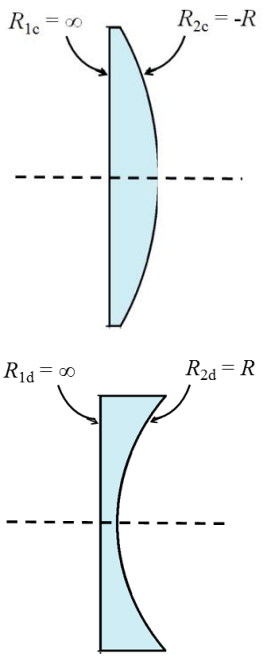
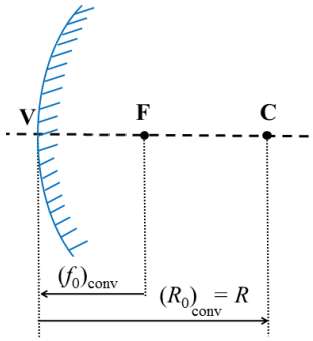
IX

	Identificare surse de eroare		0,5	**0,5**
3.a.	Cândpeecran se obține o imagine clară a obiectuluiluminos, conformnotațiilordin figura alăturată, avem: $\frac{1}{f} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x}$(3.1) $l = x' - x$(3.2) Înlocuind x' din (3.2) în (3.1), obținem: $f = -\frac{x(x+l)}{l}$(3.3) $x^2 + lx + fl = 0$(3.4) $x_{1,2} = -\frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - fl}$(3.5) Deci, există două poziții ale lentilei pentru care se obține imagine clară pe ecran, dacă obiectul luminos şi ecranul sunt aşezate la o distanță***l***suficient de mare ($l > 4f$). Pentru o poziție a lentilei mai aproape de obiect se obține o imagine mărită, iar pentru o poziție a lentilei mai aproape de ecran se obține o imagine micşorată. Pentru aceste douăpoziții ale lentilei, aflate la o distanță*d* una față de cealaltă, valorile distanțelor obiect – lentilă şi lentilă-imagine se inversează. Distanța d dintre cele două poziții ale lentilei se poate exprima ca fiind: $d = -x_2 - (-x_1) = x_1 - x_2$(3.6) Înlocuind soluțiile (3.5) în (3.6), obținem: $d = \left(-\frac{l}{2} + \sqrt{\frac{l^2}{4} - fl}\right) - \left(-\frac{l}{2} - \sqrt{\frac{l^2}{4} - fl}\right)$ (3.7) $d = 2\sqrt{\frac{l^2}{4} - fl}$(3.8) $d^2 = l^2 - 4fl$ (3.9) $f = \frac{l^2 - d^2}{4l}$(3.10)	 	0,5 0,5 1	**4**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada Naţională de Fizică
Timișoara, 2016
Proba practică

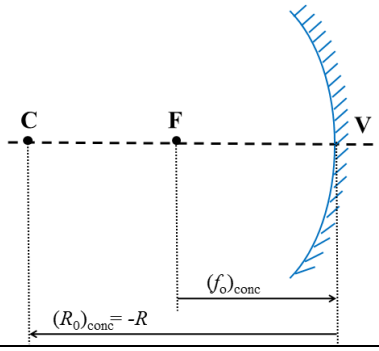
IX

	Schiţa experimentului Obţinerea sistemului de ecuaţii Determinarea formulei lui Bessel Calcul f_i și $\bar{f}$ Calcul $\Delta f_i = \bar{f} - f_i$ și $\frac{\overline{\lvert\Delta f\rvert}}{\bar{f}}$ Tabel date	1 0,5 0,5	
3.b.	b) Distanța focală a lentilei convergente (plan-convexe) este dată de relația: $\frac{1}{f_c} = (n-1)\left(\frac{1}{R_{1c}} - \frac{1}{R_{2c}}\right) = (n-1)\left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{-R}\right) = \frac{n-1}{R}$ Distanța focală a lentilei divergente (plan-concave) este dată de relația: $\frac{1}{f_d} = (n-1)\left(\frac{1}{R_{1d}} - \frac{1}{R_{2d}}\right) = (n-1)\left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{R}\right) = -\frac{n-1}{R}$ Raportul distanțelor focale este: $\frac{f_c}{f_d} = -1$		0,5 0,25 0,25	**1**
4.	Distanţa focală a oglinzii convexe este (conform relaţiilor găsite la punctul 2 pentru ***y* = 0**): $(f_o)_{conv} = -\frac{R}{2}$ Distanţa focală a oglinzii concave este: $(f_o)_{conc} = \frac{R}{2}$ Distanţa focală a lentilei divergente (plan-concave): $f_d = -\frac{R}{n-1}$ Rapoartele distanţelor focale sunt: $\frac{(f_o)_{conv}}{(f_o)_{conc}} = -1$;		0,25 0,25 0,25	**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada Naţională de Fizică
Timișoara, 2016
Proba practică

IX

	$\frac{(f_o)_{conv}}{f_d} = \frac{n-1}{2}$; $\frac{(f_o)_{conc}}{f_d} = -\frac{n-1}{2}$		0,25	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.