

Subiectul 1.

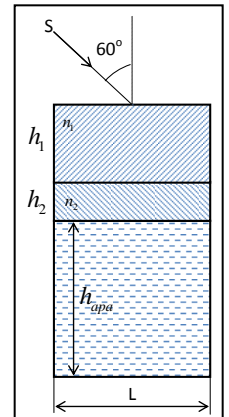
O cuvă de sticlă cu secțiunea un pătrat cu latura $L = 4\text{cm}$ conține apă ($n_{\text{apă}} = 1,33$), înălțimea stratului de apă fiind $h_{\text{apă}} = 3,3\text{cm}$.

Peste stratul de apă se așează un dop de sticlă, care acoperă etanș cuva. Dopul este confecționat din două straturi: stratul superior de grosime $h_1 = 2\text{cm}$ și indice de refracție $n_1 = 1,4$ și stratul inferior de grosime $h_2 = 1\text{cm}$ și indice de refracție $n_2 = 1,5$.

Dopul atinge apa (nu pătrunde aer).

De la o sursă punctiformă se trimite o rază de lumină, într-un plan vertical paralel cu una din fețele cuvei, care cade în centrul feței superioare a dopului, sub un unghi de incidență $i = 60^\circ$.

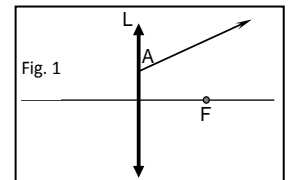
- Desenează mersul razei de lumină;
- Calculează la ce distanță de peretele cuvei iese raza de lumină din dop;
- Calculează la ce distanță de peretele cuvei, pe fundul cuvei, trebuie așezat un senzor astfel încât să recepționeze semnalul luminos.



Subiectul 2.

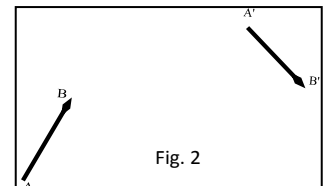
(Se vor considera valabile aproximațiile opticii geometrice)

a. Arătați că punctul de întâlnire a razelor provenind dintr-un fascicul paralel incident pe o lentilă convergentă subțire se află într-un plan perpendicular pe axul optic principal care intersectează focalul imagine al acesteia (plan focal). Identificați pe cale grafică poziția acestui punct în cazul unui fascicul paralel incident sub un unghi oarecare pe planul lentilei.



b. În figura 1 este ilustrat mersul unei raze care părăsește, prin punctul A o lentilă subțire (L) al cărei focar este F. Identificați pe cale grafică mersul razei incidente corespunzătoare. Explicați raționamentul.

c. În figura 2 se află un obiect liniar (AB) și imaginea sa coplanară (A'B') formată printr-o lentilă subțire. Considerând valabile aproximațiile opticii geometrice identificați pe cale grafică amplasarea lentilei, tipul acesteia și poziția focalului ei. Explicați raționamentul.



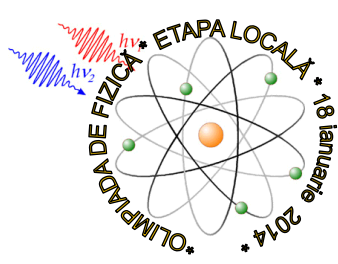
Subiectul 3

Un obiect cu înălțimea $y_1 = 1\text{cm}$ este așezat pe axul optic principal al unei lentile care are coordonata focală $f = 15\text{cm}$, la 25 cm de aceasta.

- Determinați, analitic și prin construcția grafică a imaginii, poziția și natura acesteia.
- La distanța $d = 2f = 30\text{cm}$ de prima lentilă se așează încă o lentilă de coordonată focală $f' = -30\text{cm}$. Determinați poziția și mărimea imaginii formate prin cele două lentile. Construiți imaginea formată prin cele două lentile.
- Având la dispoziție o lentilă convergentă cu distanța focală f cunoscută, o sursă de lumină, o riglă gradată și un ecran, concepeți o metodă experimentală pentru determinarea distanței focale f' a unei lentile divergente. Se cer:
 - schița dispozitivului experimental;
 - relațiile de calcul;
 - tabelul de date experimentale;
 - precizați cel puțin 3 surse posibile de erori.

Subiecte propuse de profesorii: Anghel Cristina (Liceul Teoretic „Ovidius” Constanța) și Oprea Lucian (Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” Constanța).

NOTĂ: Toate subiectele sunt obligatorii. Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată. Timp de lucru: 3ore din momentul primirii subiectelor. Este permisă folosirea calculatoarelor neprogramabile. Orice alt aparat electronic și surse documentare sunt interzise și trebuie depuse în păstrare profesorilor supraveghetori.



CLASA a IX - a * Rezolvări și bareme*

Problema 1.

Rezolvare și barem de notare

$$AB = \frac{L}{2} = 2\text{cm}$$

Legea refracției $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ **(1p)**

În punctul A

$$\sin i = n_1 \sin r_1 \rightarrow r_1 = 38,21^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

$$CD = h_1 \cdot \operatorname{tgr}_1 = 1,57\text{cm} \quad \text{(0,25p)}$$

$$DE = (2 - 1,57)\text{cm} = 0,43\text{cm} \quad \text{(0,25p)}$$

În punctul D $i_2 = r_1$

$$n_1 \sin r_1 = n_2 \sin r_2 \rightarrow r_2 = 35,26^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

$$EF = \frac{DE}{\operatorname{tgr}_2} = 0,61\text{cm} < h_2 \quad \text{(0,5p)}$$

În F raza cade pe fața laterală a dopului (ajunge la marginea laterală a stratului 2) sub unghiul de incidență:

$$i_3 = 90^\circ - r_2 = 54,74^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

Unghiul limită la trecerea sticlă-aer pe suprafața laterală:

$$\sin l_3 = \frac{1}{1,5} \rightarrow l_3 = 41,81^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

$i_3 > l_3$, raza suferă reflexie totală pe fața laterală a suprafeței mediului n_2 la distanța $FG = 1 - 0,61 = 0,39\text{cm}$ **(0,5p)**

$$i_4 = 90^\circ - i_3 = 35,26^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

$$JG = FG \cdot \operatorname{tgi}_4 = 0,28\text{cm} \quad \text{(0,25p)}$$

În punctul J, la trecerea sticlă-apă, valoarea unghiului limită

este dată de $\sin l_4 = \frac{1,33}{1,5} \rightarrow l_4 = 62,46^\circ$ **(0,5p)**

$$i_4 < l_4, \text{ așadar raza intră în apă} \quad \text{(0,25p)}$$

$$n_2 \sin i_4 = n_{\text{apă}} \sin r \rightarrow r = 40,62^\circ \quad \text{(0,5p)}$$

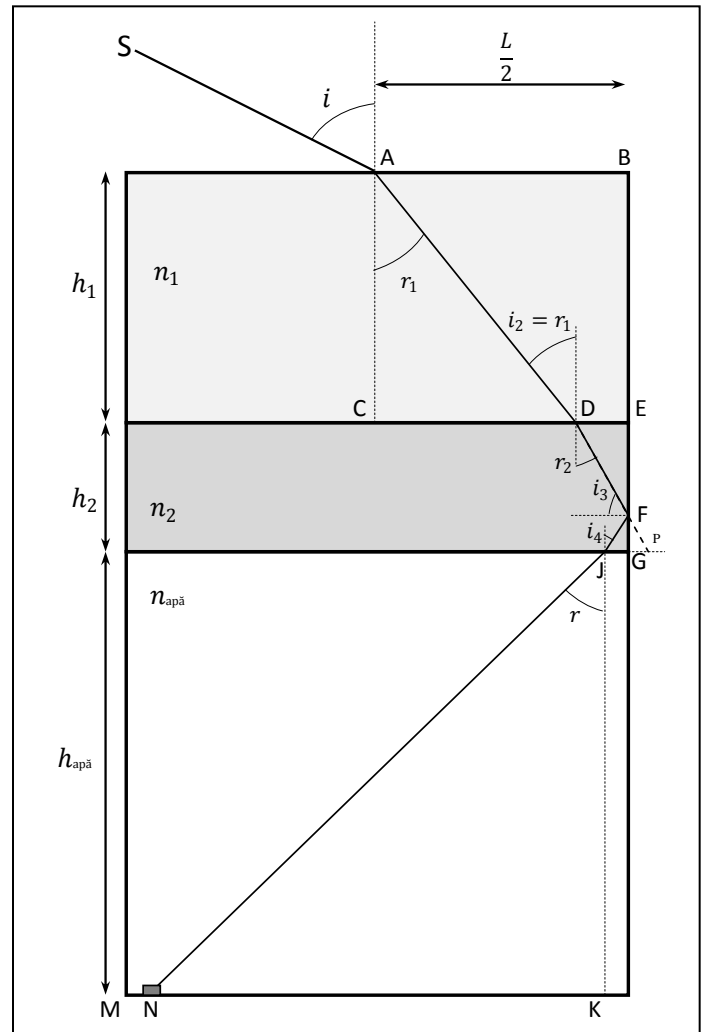
$$NK = h_{\text{apă}} \cdot \operatorname{tgr} = 2,83\text{cm} \quad \text{(0,25p)}$$

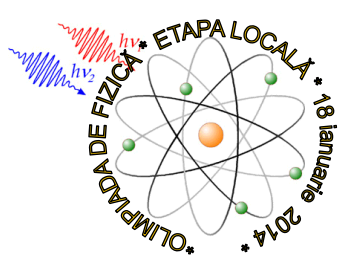
Distanța MN la care trebuie plasat senzorul față de peretele cuvei este:

$$MN = L - JG - NK = 0,89\text{cm} \quad \text{(0,25p)}$$

Desen **(2p)**

Oficiu **1 punct**





CLASA a IX - a * Rezolvări și bareme*

Problema 2.

Rezolvare și barem

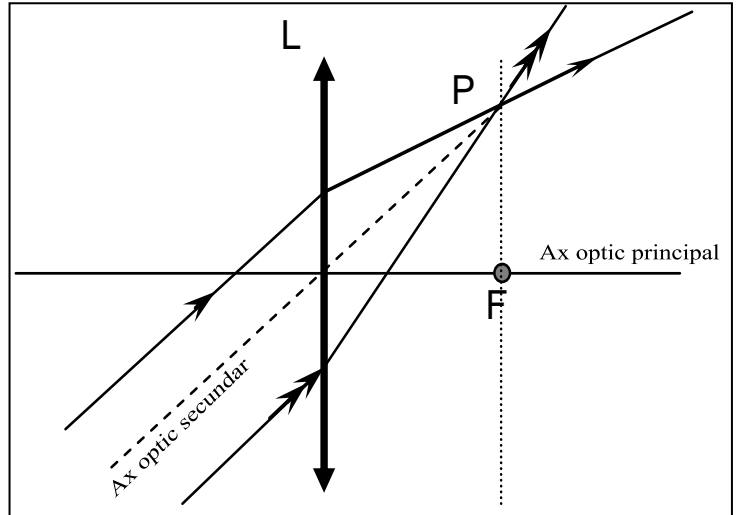
a. Fascicul incident fiind paralel (indiferent de înclinarea sa față de axul optic principal), provine de la un obiect punctiform a cărui coordonată pe axul optic principal este $x_1 \rightarrow -\infty$, de unde $\frac{1}{x_1} \rightarrow 0$.

Din ecuația punctelor conjugate $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$ rezultă $x_2 = f$, așadar coordonatele, în lungul axului optic principal, ale punctelor în care se pot forma imaginile, fiind identice și egale cu coordonata focală a lentilei, sunt situate într-un plan perpendicular pe axul optic principal, care intersectează focarul lentilei (plan focal).

(1p)

Raza din fascicul care trece prin centrul lentilei (în lungul unui ax optic secundar) va ajunge nedeviată la planul focal, definind astfel poziția în care vor ajunge toate celelalte raze din fascicul.

(1p)

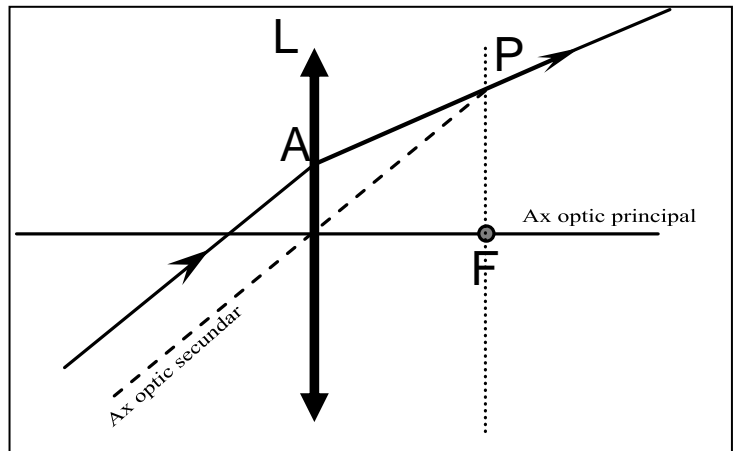


b. Raza emergentă din lentilă va intersecta planul focal într-un punct P. Axul optic secundar care va trece prin P aparține unui fascicul paralel de raze incidente din care face parte și raza cerută în enunț (conform celor demonstrate la punctul anterior).

(1p)

Așadar se duce o rază incidentă paralelă la axul optic secundar, rază care să ajungă în punctul A.

(1p)



c. Razele BB' și AA' se intersectează în centrul optic al lentilei.

(1p)

Din principiul reversibilității razelor de lumină direcția razei care pleacă din A prin punctul B trebuie să întâlnească raza care ar pleca din B' și ar trece prin A' într-un punct situat în prelungirea lentilei.

(1p)

Punctul de intersecție al razelor de mai sus și centrul lentilei identifică poziția și orientarea lentilei.

(1p)

Se desenează poziția axului optic principal. Se construiește grafic imaginea unuia dintre punctele A și B utilizând raze paralele cu axul optic principal.

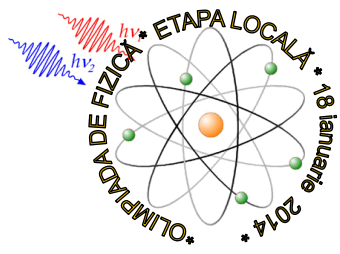
Focarul este în spațiul imagine deci lentila este convergentă

(1p).

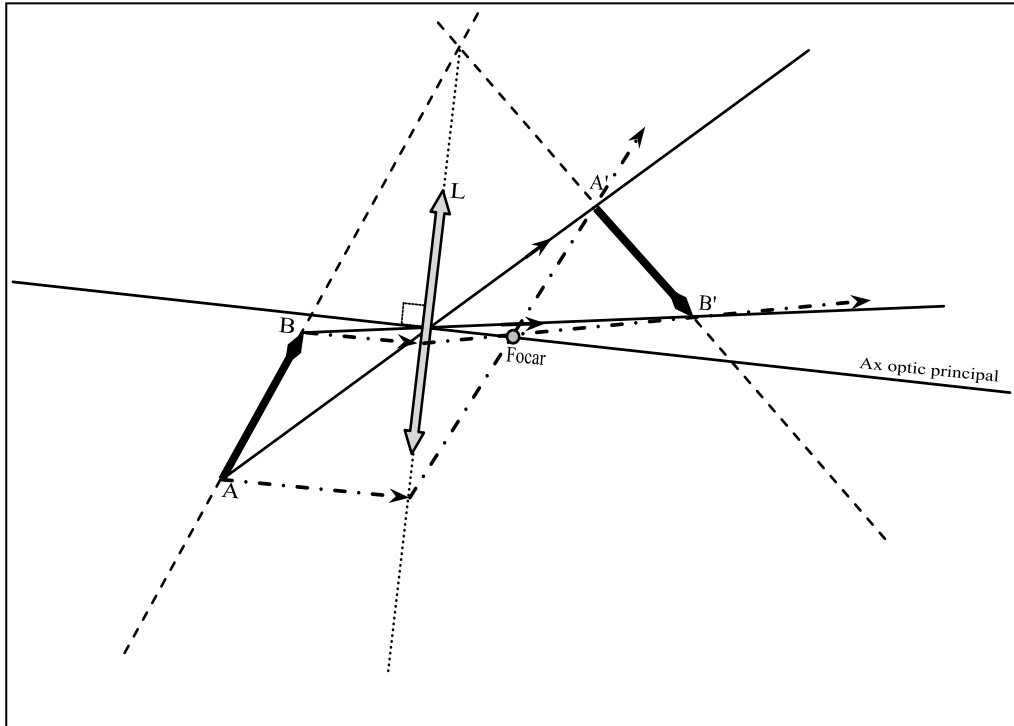
Poziția focarului se află pe axul optic principal, la intersecția razelor care pleacă din A, sau B paralel cu axul optic principal și ajung în A', respectiv B'.

(1p)

NOTĂ: Toate subiectele sunt obligatorii. Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată. Timp de lucru: 3ore din momentul primirii subiectelor. Este permisă folosirea calculatoarelor neprogramabile. Orice alt aparat electronic și surse documentare sunt interzise și trebuie depuse în păstrare profesorilor supraveghetori.



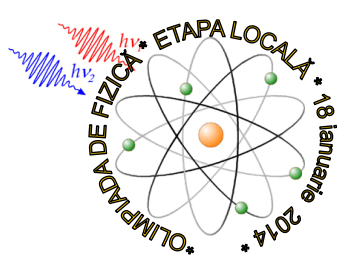
CLASA a IX - a * Rezolvări și bareme*



Oficiu 1 punct

Notă. Orice rezolvare, sau construcție grafică ce permite corect identificarea cerințelor va fi punctată corespunzător.

NOTĂ: Toate subiectele sunt obligatorii. Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată. Timp de lucru: 3ore din momentul primirii subiectelor. Este permisă folosirea calculatoarelor neprogramabile. Orice alt aparat electronic și surse documentare sunt interzise și trebuie depuse în păstrare profesorilor supraveghetori.



CLASA a IX - a * Rezolvări și bareme*

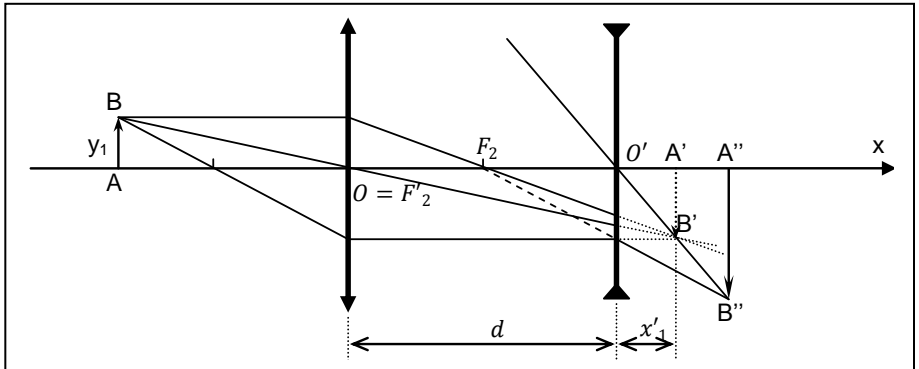
Problema 3

Rezolvare și barem de notare

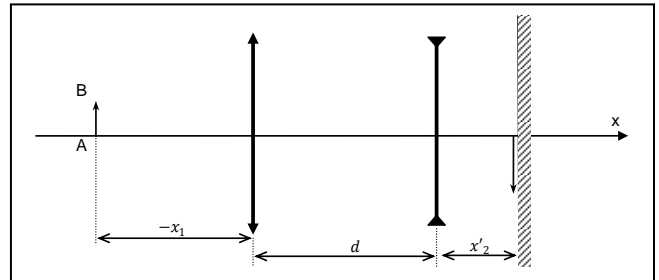
a. $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$ (0,5p) $\rightarrow x_2 = 37,5\text{cm}$ (0,5p)
 $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$ (0,5p) $\rightarrow \beta = -\frac{3}{2}$; $y_2 = -1,5\text{cm}$ (0,5p)

Desen (1p)
 Imagine reală, răsturnată și mărită (0,5p)

b. Desen (1p)
 $x_2 = d + x'_1$ (0,5p)
 $x'_2 = \frac{x'_1 \cdot f'}{x'_1 + f'}$ (0,25p)
 $x'_1 = 7,5\text{cm}$ (0,25p)
 $x'_2 = 10\text{cm}$ (0,25p)
 $\beta_2 = \frac{x'_2}{x'_1} = \frac{4}{3} = \frac{y'_2}{y_2} \rightarrow y'_2 = 2\text{cm}$ (0,25p)



c. Desen (0,5p)
 $x_2 = \frac{x_1 f}{x_1 + f}$
 $f' = \frac{x'_1 x'_2}{x'_1 - x'_2}$
 $x'_1 = x'_2 - d$
 Surse de erori (0,75p)



Tabel (1p)

Nr.	$-x_1(\text{cm})$	$d(\text{cm})$	$x'_2(\text{cm})$	$x_2 = \frac{x_1 f}{x_1 + f}$	$x'_1 = x_2 - d$	$f' = \frac{x'_1 x'_2}{x'_1 - x'_2}$	$f'(\text{cm})$	$\Delta f'(\text{cm})$	$\overline{\Delta f'}(\text{cm})$

Oficiu 1 punct

NOTĂ: Toate subiectele sunt obligatorii. Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată. Timp de lucru: 3ore din momentul primirii subiectelor. Este permisă folosirea calculatoarelor neprogramabile. Orice alt aparat electronic și surse documentare sunt interzise și trebuie depuse în păstrare profesorilor supraveghetori.