Inspectoratul Scolar Judetean

Str. Stefan cel Mare Nr. 6 Constanta, cod 900726
Telefon: 0241 - 611913 Telefax: 0241 - 618880
E-mail: isj-cta@isjcta.ro www.isjcta.ro

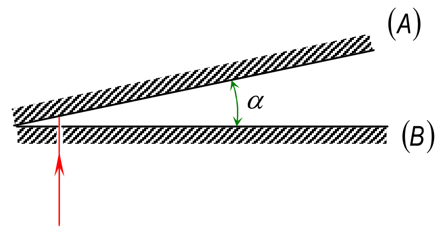
OLIMPIADA DE FIZICĂ * FAZA LOCALĂ * ianuarie 2006

CLASA a IX - a * Barem de notare

1. Unghiul dintre două oglinzi plane (A) şi (B), foarte lungi este α. Printr-un mic orificiu practicat în oglinda (B) se trimite, perpendicular pe aceasta, o rază de lumină între cele două oglinzi, aşa cum se vede în figură.

Determinați câte reflexii suferă raza de lumină pe cele două oglinzi şi ce direcție are raza emergentă față de cele două oglinzi atunci când părăseşte sistemul.

Aplicație numerică: $\alpha = 7^0$.



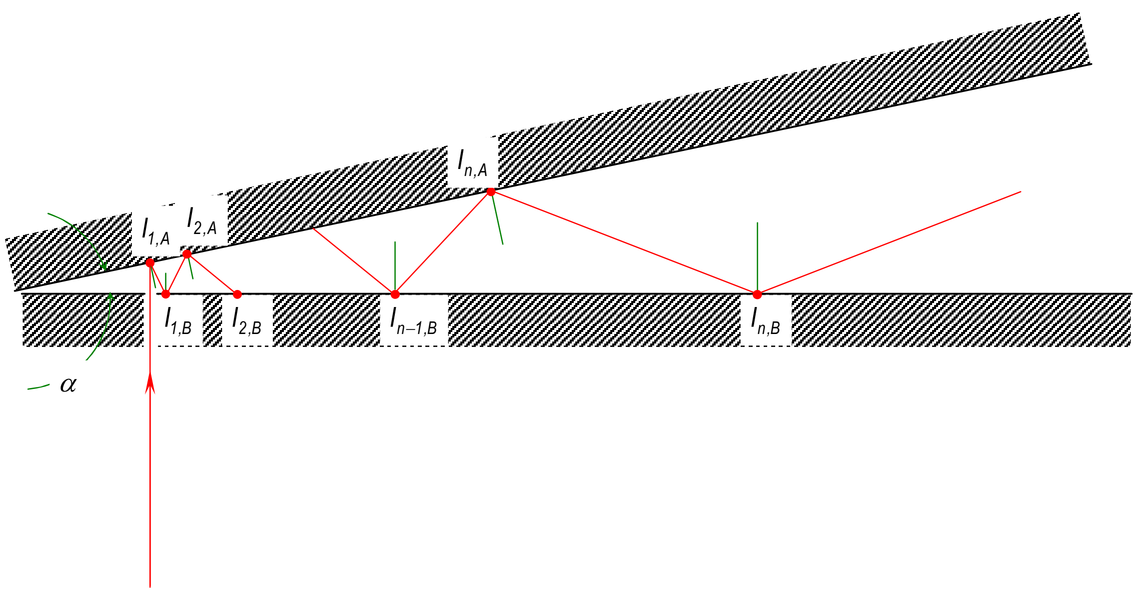
Prof. Anton Pantelimon, ISJ Constanța

Rezolvare şi barem de notare

Figura. **(0,5 puncte)**

Se observă că unghiurile de incidență, egale cu cele de reflexie pe oglinda (A) în punctele $I_{1,A}$, $I_{2,A}$,...., $I_{n,A}$ sunt corespunzător α, 3α,......, $(2n-1)\alpha$ şi că unghiurile egale cu cele de reflexie pe oglinda (B) în punctele $I_{1,B}$, $I_{2,B}$,...., $I_{n,B}$ sunt corespunzător 2α, 4α,......, $2n\alpha$. **(1 punct)**

Pentru ca ultima reflexie să se producă în $I_{n,A}$, pe oglinda (A) trebuie ca:



$(2n-1)\alpha \geq 90^0 - \alpha$ sau $n \geq \dfrac{90^0}{2\alpha}$. **(1 punct)**, cu condiția evidentă ca ea să nu se fi produs în $I_{n-1,B}$, adică:

$2(n-1)\alpha < 90^0 - \alpha$ sau $n < \dfrac{90^0}{2\alpha} + 0,5$. **(1 punct)**

Dacă n, număr întreg se găseşte deci în intervalul:

$\dfrac{90^0}{2\alpha} \leq n < \dfrac{90^0}{2\alpha} + 0,5$ se produc $2n-1$ reflexii pe cele două oglinzi, ultima pe oglinda (A), iar unghiul pe care îl face raza când părăseşte sistemul celor două oglinzi va fi:

$\theta_A = 90^0 - (2n-1)\alpha$ cu oglinda (A) şi:

$\theta_B = \alpha - \theta_A = 2n\alpha - 90^0$ cu oglinda (B). **(1 punct)**

Pentru ca ultima reflexie să se producă în $I_{n,B}$, pe oglinda (B) trebuie ca:

$2n\alpha \geq 90^0 - \alpha$ sau $n \geq \dfrac{90^0}{2\alpha} - 0{,}5$. **(1 punct) ,** cu condiția evidentă ca ea să nu se fi produs în $I_{n,A}$, adică:

$(2n-1)\alpha < 90^0 - \alpha$ sau $n < \dfrac{90^0}{2\alpha}$. **(1 punct)**

Dacă n, număr întreg se găseşte deci în intervalul:

$\dfrac{90^0}{2\alpha} - 0{,}5 \leq n < \dfrac{90^0}{2\alpha}$ se produc $2n$ reflexii pe cele două oglinzi, ultima pe oglinda (B), iar unghiul pe care îl face raza când părăseşte sistemul celor două oglinzi va fi:

$\theta'_B = 90^0 - 2n\alpha$ cu oglinda (B) şi:

$\theta'_A = \alpha - \theta'_B = (2n+1)\alpha - 90^0$ cu oglinda (A). **(1 punct)**

Cu valoarea numerică

$\dfrac{90^0}{2\alpha} = 6{,}43$.

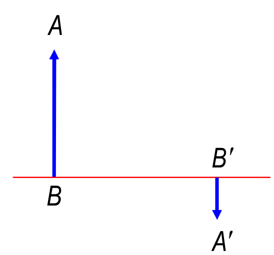
Observăm că în intervalul $[6{,}43;6{,}93)$ nu există valoare întreagă, dar în intervalul $[5{,}93;6{,}43)$ există valoarea întreagă $n = 6$.**(1 punct)**

Înseamnă că pe cele două se produc $2n = 12$ reflexii, ultima pe oglinda (B) după care raza nu mai atinge cealaltă oglindă, părăsind sistemul sub unghiul $\theta'_B = 90^0 - 12\cdot 7^0 = 6^0$ față de suprafața oglinzii (B) şi unghiul $\theta'_A = 13\cdot 7^0 - 90^0 = 1^0$ față de suprafața oglinzii (A).**(0,5 puncte)**

Dacă rezolvarea este făcută din aproape în aproape în cazul particular din aplicația numerică se acordă numai 80% din punctaj

Total: 9 puncte + 1 punct din oficiu = 10 puncte
Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător

2. O calotă sferică subțire reflectă razele de lumină atât cu fața concavă cât şi cu fața convexă. Aşezată cu una din fețele reflectătoare către un obiect AB se obține imaginea $A'B'$, aşa cum se vede în figură, în care unghiurile $\angle ABB'$ şi $\angle BB'A'$ sunt drepte.



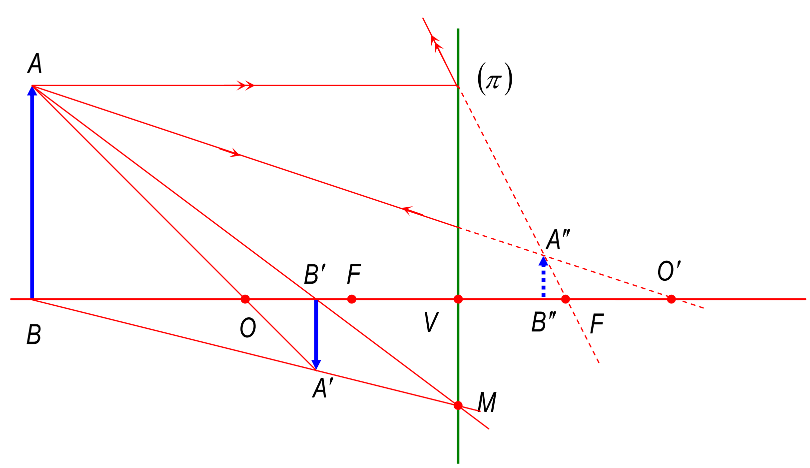
a) Refaceți desenul pe foaia de concurs, păstrând dimensiunile şi determinați prin construcție grafică poziția centrului de curbură O şi a vârfului V al oglinzii. Precizați natura imaginii (reală sau virtuală). Justificați construcția!

b) Considerând că $AB = 3cm$, $A'B' = 1cm$, $AB' = 40cm$, determinați poziția obiectului şi a imaginii față de oglindă precum şi raza de curbură a oglinzii.

c) Menținând obiectul şi vârful V al calotei în aceeaşi poziție se roteşte aceasta cu 180^0, astfel încât să reflecte razele de lumină care vin de la obiect cu cealaltă față. Determinați poziția, natura şi mărimea noii imagini care se obține pentru obiect. Faceți şi construcția grafică a noii imagini.

Prof. Anton Pantelimon, ISJ Constanța

Rezolvare şi barem de notare



a) Pornim de la observația că orice rază de lumină care porneşte din punctul A, după reflexia pe oglindă trece prin A' sau prelungirea ei trece prin A' şi la fel orice rază de lumină care porneşte din punctul B, după reflexia pe oglindă trece prin B' sau prelungirea ei trece prin B'.

Cum orice rază de lumină pe direcția centrului de curbură după reflexia pe oglindă se întoarce pe acelaşi drum,

rezultă că centrul de curbură O al oglinzii se află la intersecția dreptelor AA' și BB'.
(0,5 puncte)

Dacă considerăm o rază de lumină care porneşte de la obiect pe direcția AB după reflexia pe oglindă trebuie să treacă prin $A'B'$. Cele două raze fiind paralele se taie la infinit, ele vor intersecta oglinda la infinit. Rezultă că planul oglinzii este paralel cu AB şi $A'B'$.**(0,5 puncte)**

Există o rază de lumină care pornind din A, se reflectă pe oglindă într-un punct M şi după reflexie trece prin B. Este sigur că punctul A' se află pe direcția MB. La fel, există o rază de lumină care porneşte din B şi după reflexie pe oglindă trece prin A. În conformitate cu principiul inversiunii razelor de lumină această rază va urma acelaşi drum ca şi cealaltă, dar în sens invers, iar punctul B' se va afla pe direcția MA.

Înseamnă că punctul M din planul oglinzii se află la intersecția dreptelor AB' și BA'.**(1 punct)**

Planul (π) al oglinzii va fi reprezentat de dreapta paralelă la AB și $A'B'$ dusă prin punctul M, iar vârful V al oglinzii va fi piciorul perpendicularei dusă din centrul de curbură O pe această dreaptă . Conform figurii rezultă că oglinda este aşezată inițial cu fața concavă spre obiect. **(1,5 puncte)**

Imaginea $A'B'$ se formează în fața oglinzii, deci va fi imagine reală şi evident răsturnată.

b) Fiind vorba de un obiect real şi o imagine reală, putem scrie:

$-x_1-(-x_2)=AB'=40cm$ **(1 punct)** şi:

$\beta=-\frac{x_2}{x_1}=-\frac{A'B'}{AB}=-\frac{1}{3}$. **(0,5 puncte)**

Rezolvând sistemul se obține:

$x_1=-60cm$ şi $x_2=-20cm$.**(0,5 puncte)**

Distanța focală a oglinzii va fi dată de:

$\frac{1}{f}=\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}$ şi înlocuind găsim $f=-15cm$.**(0,5 puncte)**

Raza de curbură a suprafeței concave reflectătoare va fi:

$R=2f=-30cm$.**(0,25 puncte)**

c) Dacă se roteşte calota sferică razele vor fi reflectate de fața convexă a calotei şi în acest caz, conform convenției de semne, distanța focală şi raza oglinzii devin:

$f'=15cm$ şi $R'=2f'=30cm$. **(0,5 puncte)**

Obiectul şi vârful calotei rămânând în aceeaşi poziție $x_1=-60cm$

Putem calcula noua poziție a imaginii din formula punctelor conjugate:

$\frac{1}{f'}=\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2'}$ **(0,25 puncte)**, de unde:

$x_2'=12cm$, deci imaginea $A''B''$ va fi virtuală. **(0,25 puncte)**

Calculăm şi:

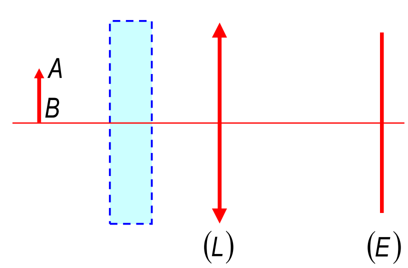
$\beta'=-\frac{x_2'}{x_1}=\frac{y_2}{y_1}=\frac{1}{5}$.

Rezultă: $y_2'=0,6cm$,**(0,25 puncte)** deci imaginea va fi dreaptă.

Construcția grafică este prezentată în figură. **(1,5 puncte)**

Total: 9 puncte + 1 punct din oficiu = 10 puncte
Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător

3. O lentilă convergentă (L) formează pentru un obiect AB, o imagine clară de 2 ori mai mare decât obiectul, pe un ecran (E), situat transversal pe axul optic principal al lentilei. Dacă între obiect şi lentilă se interpune o lamă cu fețele plan paralele de grosime $e=3cm$ şi indice de refracție $n=1,5$ pe ecranul deplasat convenabil se obține o imagine clară de $2,5$ ori mai mare decât obiectul. Determinați:



a) distanța dintre obiectul AB şi imaginea acestuia formată în lama cu fețele plan paralele

b) distanța focală a lentilei convergente;

c) distanța pe care a fost deplasat ecranul.

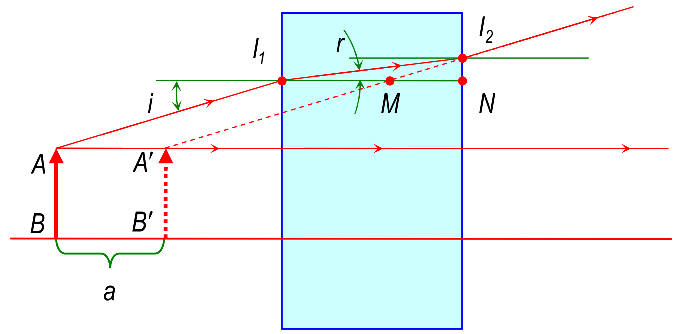
Toate considerațiile se vor face în cadrul aproximației paraxiale.

Selectată şi prelucrată de **Catedra de fizică a Colegiului Tehnic „Tomis" Constanța**

Rezolvare şi barem de notare

a) Imaginea $A'B'$ a obiectului AB se obține aşa cum se observă în figură **(1 punct).**

Din trunghiurile dreptunghice I_1NI_2 şi MNI_2 putem exprima:



$NI_2 = MN \cdot tgi = I_1N \cdot tgr$, de unde:

$MN = I_1N \dfrac{tgr}{tgi} \approx I_1N \dfrac{\sin r}{\sin i}$ **(1 punct)**, deoarece lucrăm în aproximația paraxială şi aplicând legea refracției :

$\sin i = n \cdot \sin r$, rezultă :

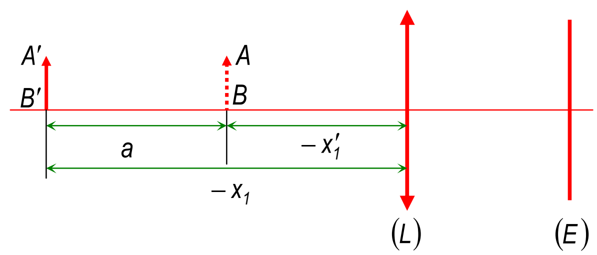
$MN \approx \dfrac{e}{n}$ **(0,5 puncte)**.şi :

$I_1M = AA' = a = I_1N - MN = e\left(1 - \dfrac{1}{n}\right) = 1cm$

(1 punct).

b) Imaginea $A'B'$ a obiectului AB în lama cu fețele plan paralele, va constitui un obiect real pentru lentilă, de aceeaşi înălțime ca şi obiectul AB. În absența lamei obiectul se află față de lentilă la distanța $-x_1$ şi după introducerea lamei la distanța $-x_1'$ de lentilă. Între cele două distanțe există relația:

$-x_1 = -x_1' + a$ **(0,5 puncte)** .



Formula punctelor conjugate conduce la:

$x_2 = \dfrac{x_1 \cdot f}{x_1 + f}$ şi $\beta = \dfrac{x_2}{x_1} = \dfrac{f}{x_1 + f}$ **(0,5 puncte)** şi la fel :

$x_2' = \dfrac{x_1' \cdot f}{x_1' + f}$ şi $\beta' = \dfrac{x_2'}{x_1'} = \dfrac{f}{x_1' + f}$ **(0,5 puncte).**

Fiind vorba de două imagini reale (prinse pe ecran) ($x_2 > 0$ şi $x_2' > 0$) realizate în lentilă de la două obiecte reale ($x_1 < 0$ şi $x_1' < 0$), rezultă că măririle transversale ale imaginilor pentru cele două obiecte vor fi negative. Atunci, conform datelor problemei, vom avea:

$\beta = -2$ şi $\beta' = -2{,}5$ **(0,5 puncte)**

Înlocuind $x_1' = x_1 + a$ în expresia lui β' se obține sistemul:

$\beta = \dfrac{f}{x_1 + f}$ şi $\beta' = \dfrac{f}{x_1 + f + a}$ **(1 punct)** şi de aici:

$f = \dfrac{\beta\beta'}{\beta - \beta'} a = 10cm$ **(1 punct)**

c) Putem calcula acum $x_1 = \dfrac{\beta'(1-\beta)}{\beta - \beta'} a = -15cm$ **(0,25 puncte)**

$x_1' = x_1 + a = -14cm$ **(0,25 puncte)** şi $x_2 = \beta x_1 = 30cm$ **(0,25 puncte)**şi $x_2' = \beta' x_1' = 35cm$.**(0,25 puncte)**

Între cele două poziții ecranul trebuie deplasat cu $\Delta x_2 = x_2' - x_2 = 5cm$.**(0,5 puncte)**

Total: 9 puncte + 1 punct din oficiu = 10 puncte

Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător