



Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului
Inspectoratul Școlar Județean Bacău
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I”, BACĂU
Concursul Național de Matematică și Fizică
„Vrănceanu - Procopiu”
Ediția a XIII-a, 2011

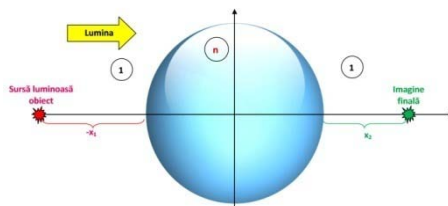
IX

1. Heliograful, sau cum să faci focul utilizând apă!

În figura alăturată este prezentat un *heliograf* – un dispozitiv optic simplu - utilizat în meteorologie - care permite determinarea duratelor dintr-o zi în care Soarele strălucește pe cer. Piesa principală este o sferă transparentă care concentrează razele Soarelui pe o foaie specială din hârtie fotosensibilă. În momentele în care Soarele luminează (este neacoperit de nori), pe hârtia gradată în intervale temporale (ore) se imprimă o urmă neagră distinctă. Observați în fotografie imaginea Soarelui pe hârtia fotosensibilă dar și peisajul din spate care se vede clar și răsturnat! Aveți ca sarcină de lucru să analizați din punct de vedere optic acest dispozitiv.

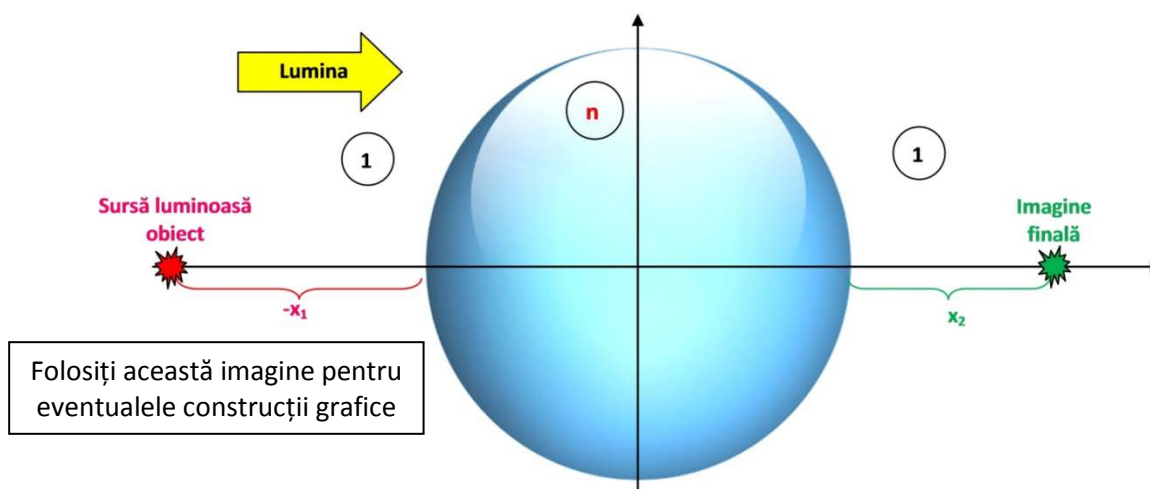


- a. Considerați un experiment prin care se urmărește obținerea imaginii într-o sferă din sticlă transparentă cu raza R și indicele de refracție n a unui obiect luminos, utilizând formulele dioptrului sferic. Schema montajului optic este prezentată alăturat. Utilizând notațiile din figură deduceți relația punctelor conjugate x_1 și x_2 și expresia măririi liniare (transversale) în funcție de raza sferei transparente și de indicele de refracție al materialului din care este confecționată. Pentru răspuns utilizați *Fișa de Răspuns FR – 1, a.*
- b. Deduceți expresia matematică a distanței (exprimată în funcție de raza sferei și de indicele de refracție) la care trebuie plasată hârtia fotosensibilă față de suprafața sferei pentru a obține o înregistrare optimă a prezenței Soarelui pe cer. Utilizați *FR – 1, b.*
- c. Pentru o sferă din material transparent cu raza $R = 5$ cm s-au realizat determinări experimentale cu acuratețe. Rezultatele acestor măsurători sunt trecute în tabelul din *FR 1 – c.* Folosiți aceste date pentru a reprezenta grafic $x_2 = f(x_1)$ pe diagrama din fișă și pentru a determina valoarea indicelui de refracție al materialului din care este confecționată sfera. Oferiți o interpretare a liniei verticale punctate din grafic.
- d. După ce ați abordat această problemă, credeți că se poate face focul utilizând apă? Explicați pe larg în *FR 1 - d.*



prof. Petrică Plitan, Colegiul Național „Gheorghe Șincai” – Baia Mare
prof. Ion Băraru, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța

FR 1 - a.



Relațiile punctelor conjugate ale dioptrului sferic aplicate la cazul concret al problemei:

Relația punctelor conjugate pentru sferă:

Relația măririi transversale a pentru dioptrul sferic aplicată la cazul concret al problemei:

Relația măririi transversale pentru sferă:

FR 1 - b.

Condiția necesară impusă pentru a se determina distanța la care trebuie plasată hârtia fotosensibilă (relație matematică și explicație):

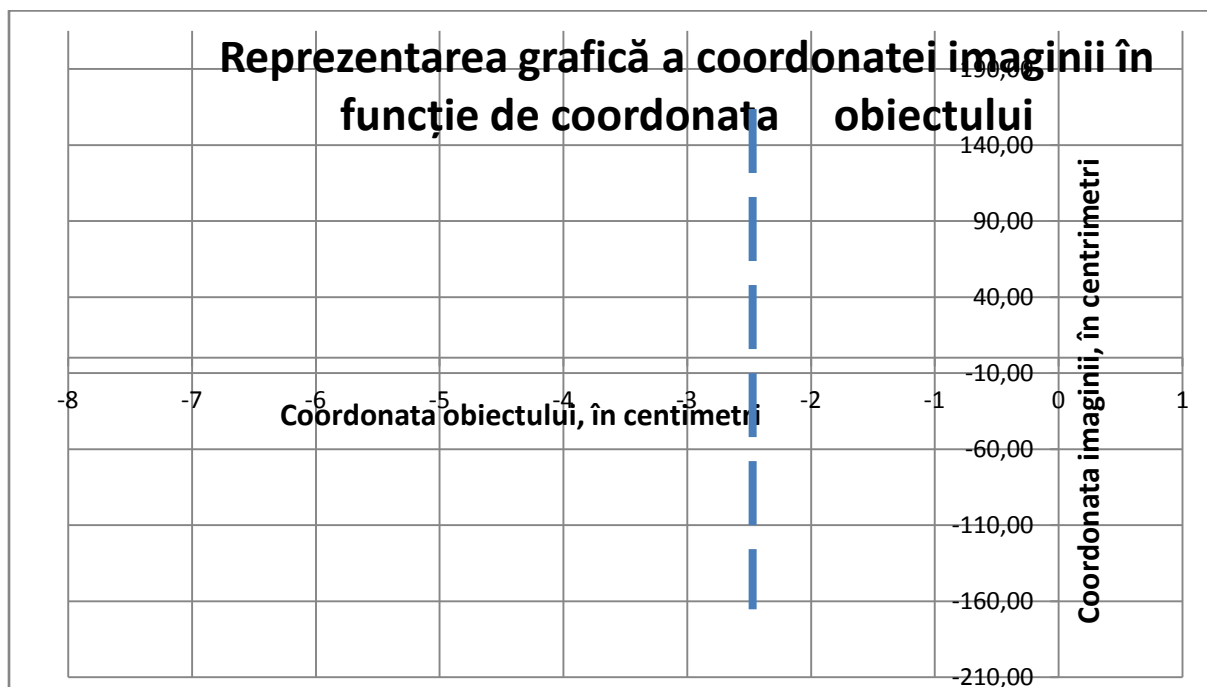
Expresia matematică a distanței cerute și denumirea ei specială:

FR 1 - c.

x_1 (cm)	x_2 (cm)	n
-0,25	-22,70	
-0,5	-25,50	
-0,65	-27,80	
-0,87	-32,10	
-1	-35,40	
-1,5	-53,00	
-2	-115,00	
-2,35	-370,00	
-2,65	375,00	
-3	110,00	
-5	24,00	
-8	13,00	

Valoarea numerică a indicelui de refracție:

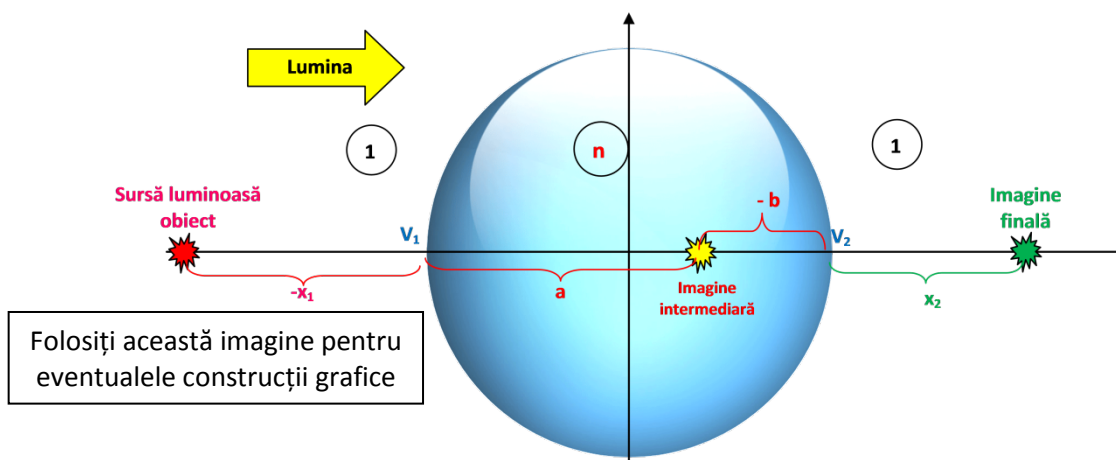
Semnificația liniei punctate:



FR 1 – d. Explicație:

FR 1 - a.

Soluție și barem de notare:



Relațiile punctelor conjugate ale dioptrului sferic aplicate la cazul concret al problemei:

$$\frac{n}{a} - \frac{1}{x_1} = \frac{n-1}{R}; \quad \frac{1}{x_2} - \frac{n}{b} = \frac{1-n}{-R}; \quad a - b = 2R \quad 1p$$

Relația punctelor conjugate pentru sferă: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} - \frac{2R}{x_1 x_2 (2-n)} = \frac{2(n-1)}{R(2-n)} \quad 1p$

Mărirea transversală pentru dioptrul sferic aplicată la cazul concret al acestei probleme:

$$\beta_1 = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{a}{n x_1}; \quad \beta_2 = \frac{y_2}{y_2'} = \frac{n x_2}{b}; \quad 1p$$

Relația măririi transversale pentru sferă:

$$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{a x_2}{b x_1} = \frac{R - x_2(n-1)}{R + x_1(n-1)} = \beta_1 \cdot \beta_2 \quad 1p$$

FR 1 - b.

Condiția necesară impusă pentru a se determina distanța la care trebuie plasată hârtia fotosensibilă (relație matematică și explicație):

Soarele este foarte departe. $-x_1$ tinde la infinit. $-x_1 \rightarrow \infty$. 0,5p

Expresia matematică a distanței cerute și denumirea ei specială:

Distanța cerută este chiar distanța focală : $f = \frac{R(2-n)}{2(n-1)}$. 0,5p

FR 1 - c.

x_1 (cm)	x_2 (cm)	n
-0,25	-22,70	1,519
-0,5	-25,50	1,495
-0,65	-27,80	1,497
-0,87	-32,10	1,501
-1	-35,40	1,504
-1,5	-53,00	1,498
-2	-115,00	1,503
-2,35	-370,00	1,500
-2,65	375,00	1,500
-3	110,00	1,502
-5	24,00	1,505
-8	13,00	1,496
		1,502

Valoarea numerică a indicelui de refracție:

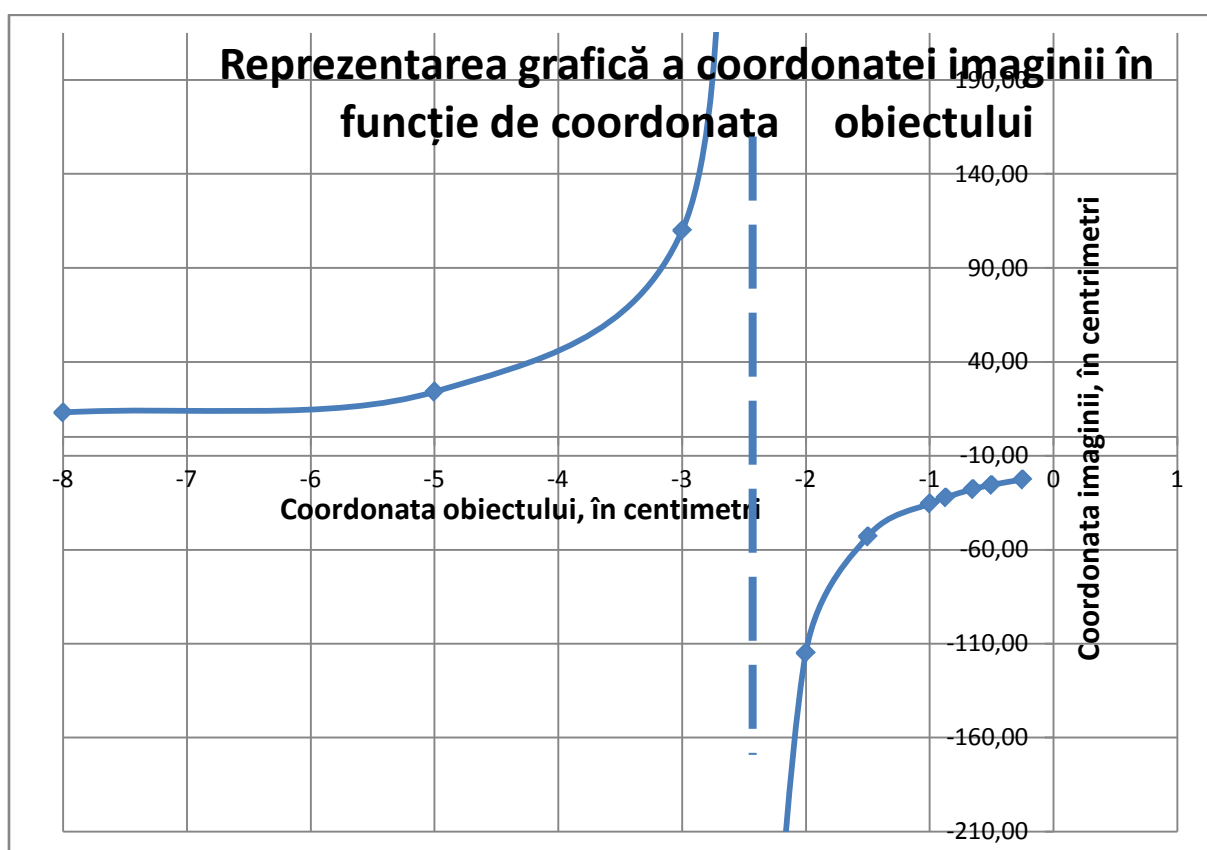
$n = 1,502$

1p

Semnificația liniei punctate: Este asimptotă verticală la coordonata focarului obiect:

$f = -2,5$ cm.

1p



1p

FR 1 – d. Explicație: Se umple un vas sferic cu apă ca în experimentul realizat de elevi și se focalizează lumina Soarelui pe materiale care se aprind ușor: frunze uscate, hârtie etc .

1p

Din oficiu :

1p

Total:

10p