

Probleme de fizică

clasa a IX-a

ART 201

 Grup Editorial AVE

ENUNȚURI	3
1. Optica geometrică	3
Breviar teoretic	3
1.1 <i>Reflexia și refracția lumini. Prisma optică</i>	3
Exerciții. Probleme	5
1.2 <i>Lentile subțiri. Asociații de lentile subțiri</i>	7
Exerciții. Probleme	7
1.3 <i>Instrumente optice</i>	10
Exerciții. Probleme	10
Test recapitulativ 1	11
Test recapitulativ 2	12
2. Mărimi fizice vectoriale	13
Breviar teoretic	13
2.1 <i>Mărimi scalare, mărimi vectoriale</i>	13
2.2 <i>Definirea unui vector. Reprezentare</i>	17
Test de verificare rapidă	17
2.3 <i>Componerea vectorilor. Definire. Proprietăți</i>	18
Test de verificare a cunoștințelor	18
Întrebări. Exerciții. Probleme	19
2.4 <i>Descompunerea vectorilor după două direcții date</i>	20
Întrebări. Exerciții. Probleme	20
2.5 <i>Operații cu vectori</i>	22
Exerciții	22
2.6 <i>Mișcarea unui mobil</i>	23
Exerciții	23
2.7 <i>Vectorul deplasare. Vectorul viteză</i>	25
2.8 <i>Mișcări ale corpurilor</i>	25
Test de verificare rapidă 1	24
Test de verificare rapidă 2	25
Exerciții și probleme propuse	25
Test recapitulativ	26
3. Cinematica punctului material	28
3.1 <i>Mișcarea rectilinie uniformă</i>	28
Exerciții de verificare	28
3.2 <i>Componerea vitezelor</i>	29
Exerciții	29
3.3 <i>Mișcarea rectilinie uniformă a punctului material</i>	29
Test de verificare a cunoștințelor	29
3.4 <i>Mișcarea circulară uniformă</i>	31
Exerciții propuse	31
Test recapitulativ	32

4. Principiile mecanicii newtoniene. Tipuri de forțe	33
4.1 <i>Principiile mecanicii (I, II, III)</i>	
4.2 <i>Tipuri de forțe</i>	
4.3 <i>Interacțiunea elastică. Forța elastică. Tensiunea elastică de întindere și comprimare</i>	
Test de verificare rapidă	33
Întrebări. Aplicații	33
Exerciții și probleme	34
4.4 <i>Interacțiunea prin contact. Forța de apăsare normală. Forța de frecare</i>	
4.5 <i>Forța de frecare la alunecare</i>	
Breviar teoretic	36
Test de verificare rapidă	39
Întrebări. Exerciții. Probleme	39
4.6 <i>Forța centripetă</i>	
Exerciții propuse	42
4.7 <i>Aplicarea principiilor mecanicii la studiul mișcării punctului material</i>	
Test de verificare	42
Exerciții și probleme propuse 1	44
Exerciții și probleme propuse 2	46
4.8 <i>Transformarea Galilei*</i>	
4.9 <i>Sisteme neinerțiale. Forțe de inerție*</i>	
Exerciții și probleme aplicative	47
Test recapitulativ	48
5. Interacțiuni prin câmp gravitațional	50
5.1 <i>Interacțiunea gravitațională</i>	
5.2 <i>Legea atracției gravitaționale a lui Newton</i>	
5.3 <i>Câmpul gravitațional. Intensitatea câmpului gravitațional*</i>	
5.4 <i>Câmpul gravitațional terestru. Accelerarea gravitațională terestră</i>	
Test de verificare a cunoștințelor	50
Întrebări. Exerciții. Probleme	51
5.5 <i>Mișcări în câmp gravitațional uniform</i>	
Exerciții propuse	52
6. Teoreme de variație și legi de conservare în mecanică	56
6.1 <i>Produsul scalar a doi vectori</i>	
Exerciții aplicative	56
6.2 <i>Lucrul mecanic al unei forțe constante</i>	
Test de verificare rapidă	57
Întrebări. Exerciții	58
6.3 <i>Puterea mecanică</i>	
Întrebări. Exerciții	60
6.4 <i>Energia mecanică</i>	
Test de verificare rapidă (Energia cinetică)	61
Test de verificare rapidă (Energia potențială)	62
Întrebări. Exerciții	63
6.5 <i>Conservarea energiei mecanice</i>	
Întrebări. Exerciții	65
6.6 <i>Variația energiei mecanice. Randamentul mecanic*</i>	
Întrebări. Exerciții	67
Test de evaluare (Energia mecanică)	68

6.7 Impulsul mecanic al punctului material	
6.8 Centrul de masă al unui sistem format din două particule*	
6.9 Sistemul de referință al centrului de masă. Rezolvarea unor probleme în sistemul centrului de masă	
6.10 Aplicarea teoremei conservării impulsului la ciocnirea a două puncte materiale. Tipuri de ciocniri*	
Exerciții și probleme aplicative	70
Test de evaluare	72
6.11 Produsul vectorial a doi vectori. Momentul forței în raport cu un punct.	
Momentul cinetic al unui punct material în raport cu un punct*	
6.12 Momentul cinetic al punctului material*	
Exerciții aplicative *	73
Test recapitulativ *	74
7. Statica solidului rigid	76
7.1 Componerea momentelor. Teorema lui Varignon*	
Test de verificare rapidă	76
Întrebări. Exerciții. Probleme	76
7.2 Solidul rigid	
7.3 Rezultanta forțelor	
Test de verificare	78
7.4 Centrul de greutate*	
Întrebări. Exerciții. Probleme	79
7.5 Condițiile de echilibru pentru solidul rigid	
Exerciții și probleme	80
Test recapitulativ	82
8. Probleme de la olimpiade și examene școlare	84
SOLUȚII	99
Bibliografie	149

GRUPUL EDITORIAL ART

COMENZI – CĂNTRE PRIM POSTĂ

C.P. 78, G.P. 32, COD 014810, SECTOR 1, BUCURESTI

TEL.: (021) 224.01.30, 0744.300.870, 0721.212.576;

FAX: (021) 234.32.67

COMENZI – ONLINE

WWW.EDITURA-ART.RO

1 | OPTICA GEOMETRICĂ

BREVIAR TEORETIC

REFLEXIA ȘI REFRACTIA LUMINII

Legile reflexiei (fig. 1.1)

1. Raza incidentă (SI), raza reflectată (IR) și normală în punctul de incidență (NI) sunt coplanare.
2. Unghiul de incidență (i) este întotdeauna egal cu unghiul de reflexie (r).

Legile refracției (fig. 1.2)

1. Raza incidentă (SI), raza refractată (IR) și normală în punctul de incidență (NI) sunt coplanare.
2. $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ (legea Snell-Descartes)

Unghiul limită (fig. 1.3)

$$\sin l = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

PRISMA OPTICĂ (fig. 1.4)

Unghiul de deviație:

$$\delta = i + i' - (r + r') = i + i' - A; A = r + r'$$

Dacă $i = i'$ și $r = r'$ atunci unghiul de deviație al razelor de lumină este minim și are expresia: $\delta_{\min} = 2i - A$

Indicele de refracție al materialului prismei:

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta_{\min}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

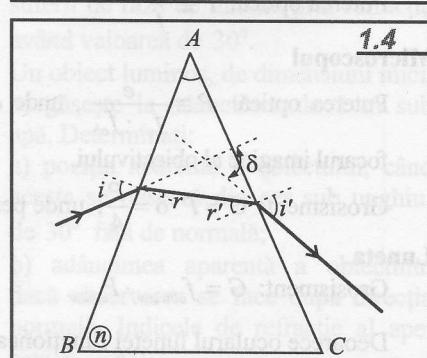
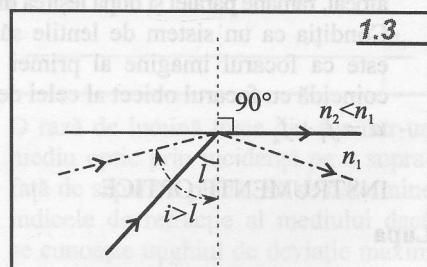
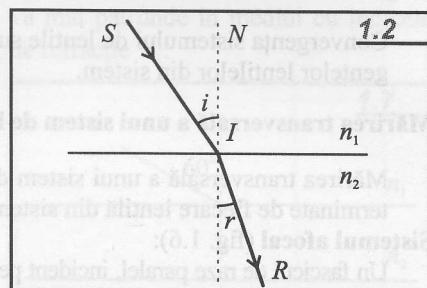
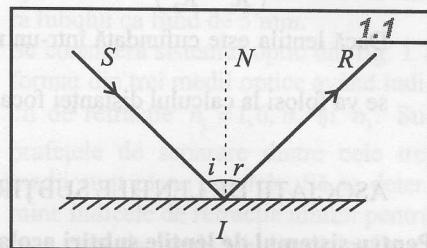
Condiția de emergență:

$$r' \leq l, \text{ unde } l \text{ este unghiul limită.}$$

Deoarece $A = r + r' \Rightarrow r \geq A - l$, sau, dacă $r < \frac{\pi}{2}$,

$$\sin r \geq \sin(A - l) \text{ sau } \frac{\sin i}{n} \geq \sin(A - l).$$

Dacă $i_{\max} = \frac{\pi}{2}$ avem că $\frac{1}{n} \geq \sin(A - l)$ sau $A \leq 2l$.

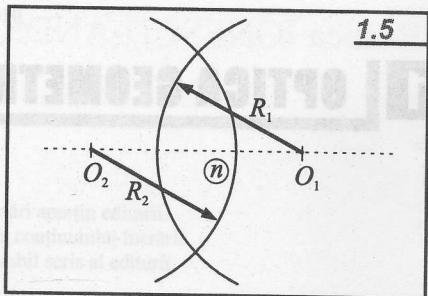


$$\text{Relația punctelor conjugate: } \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} = C$$

$$\text{Mărirea transversală: } \beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$$

Formula constructorului de lentile (fig. 1.5):

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



1.5

Dacă lentila este cufundată într-un mediu optic având indice de refracție $n_1 \neq 1$ atunci se va folosi la calculul distanței focale indicele de refracție relativ $\left(\frac{n}{n_1}\right)$.

ASOCIAȚII DE LENTILE SUBȚIRI

Pentru sistemul de lentile subțiri acolate: $C = \sum_{i=1}^n C_i$

Convergența sistemului de lentile subțiri acolate este egală cu suma algebrică a convergențelor lentelelor din sistem.

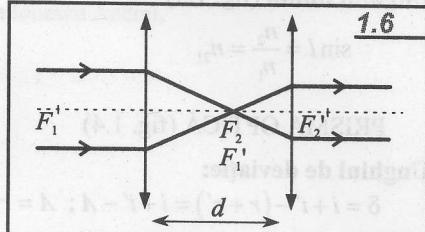
Mărirea transversală a unui sistem de lentile subțiri: $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdots \beta_n = \prod_{i=1}^n \beta_i$

Mărirea transversală a unui sistem de lentile subțiri este egală cu produsul măririlor determinate de fiecare lentilă din sistem.

Sistemul afocal (fig. 1.6):

Un fascicul de raze paralel, incident pe un sistem afocal, rămâne paralel și după ieșirea din sistem. Condiția ca un sistem de lentile să fi afocal este ca focalul imagine al primei lente să coincidă cu focalul obiect al celei de a doua.

$$d = f_1 + f_2$$



1.6

INSTRUMENTE OPTICE

Lupa

$$\text{Puterea optică: } P \cong \frac{1}{f}$$

Microscopul

Puterea optică: $P \cong \frac{e}{f_{oc} \cdot f_{ob}}$, unde e este distanța dintre focalul obiect al ocularului și focalul imagine al obiectivului.

$$\text{Grosismenț: } G = P \cdot \delta = \frac{P}{4}, \text{ unde pentru un ochi normal } \delta = 25 \text{ cm.}$$

Luneta

$$\text{Grosismenț: } G = f_{obiectiv} \cdot P_{ocular}$$

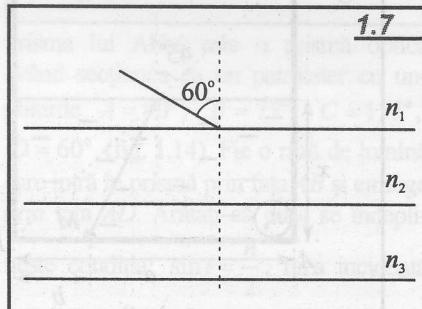
$$\text{Deoarece ocularul lunetei funcționează în regim de lupa } P_{ocular} = \frac{1}{f_{oc}}.$$

EXERCITII. PROBLEME

- O rază de lumină este incidentă pe o oglindă plană. Să se determine unghiul de incidentă al razei de lumină cunoscând că unghiul dintre direcția incidentă și direcția emergentă este de 110° .
- O rază de lumină cade pe o oglindă plană și se reflectă. Oglinda plană este rotită cu 15° în jurul unei axe care este perpendiculară pe planul de incidență (planul determinat de direcția razei incidente și normala la direcțiile razelor reflectate înainte și după rotirea oglinzelui plane).
- O sursă de lumină punctiformă, S , trimite o rază de lumină, perpendiculară pe o oglindă plană de la distanța de 30 cm. Raza de lumină din S se rotește cu 30° și din nou se reflectă pe aceeași oglindă nemișcată.
Să se determine:
 - ce unghi se va forma între raza incidentă și raza reflectată;
 - ce unghi va face raza reflectată cu planul oglinzelui;
 - ce distanță este între sursă și noul punct de incidență.
- O rază de lumină cade sub un unghi de 45° pe o suprafață de separare aer-sticlă venind din aer. Cunoscând că indicele de refracție al sticlei utilizate este $\sqrt{2}$ să se determine unghiul de deviație (unghiul dintre direcția razei incidente și direcția razei emergente).
- O rază de lumină trece dintr-un mediu optic transparent având $n_1 = 1,3$ în alt mediu optic cu $n_2 = 1,6$. Se știe că suprafața ce separă cele două medii este plană și că unghiul de incidență este de 5° . Să se determine unghiul de refracție.
- Un tub cilindric are peretii groși și este umplut cu mercur. Să se determine in-

dicele de refracție al sticlei utilizate cunoscând faptul că diametrul coloanei de mercur care este de 3 mm se vede aparent de către observator aflat în afara tubului ca fiind de 5 mm.

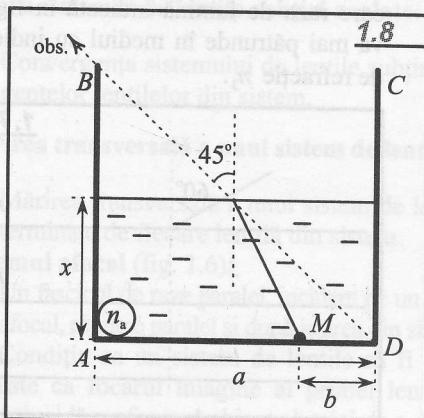
- Se consideră sistemul optic din fig. 1.7 format din trei medii optice având indice de refracție $n_1 = 1,6$, n_2 și n_3 . Suprafețele de separare dintre cele trei medii sunt plane paralele. Să se determine indicele de refracție minim pentru care raza de lumină indicată în figură va mai pătrunde în mediul cu indicele de refracție n_3 .



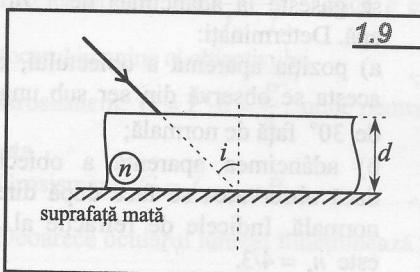
- O rază de lumină trece din aer într-un mediu optic prin incidență pe o suprafață de separare plană. Să se determine indicele de refracție al mediului dacă se cunoaște unghiul de deviație maxim suferit de raza de lumină prin refracție având valoarea de 30° .
- Un obiect luminos, de dimensiuni mici, se găsește la adâncimea de 1 m sub apă. Determinați:
 - poziția aparentă a obiectului, când acesta se observă din aer sub unghiul de 30° față de normală;
 - adâncimea aparentă a obiectului dacă observarea se face după direcția normală. Indicele de refracție al apei este $n_a = 4/3$.

10. La adâncimea de 1 m sub apă se află o sursă punctiformă de lumină. Calculați raza minimă a cercului de pe suprafața apei, cu centrul pe perpendiculara dusă din punctul în care se află sursa pe suprafața apei, pentru ca un observator aflat în apă să nu poată observa sursa de lumină ($n_{\text{apă}} = 4/3$).

11. Un vas sub forma unui cub, cu pereții opaci este astfel situat, încât ochiul observatorului nu-i vede baza, ci numai peretele opus (fig. 1.8). Ce cantitate de apă trebuie introdusă în vas, astfel încât observatorul să vadă obiectul punctiform afalt în M , cunoscând că $b = 10 \text{ cm}$, iar latura cubului este $a = 40 \text{ cm}$ ($n_a = 4/3$).



12. O rază de lumină cade pe o suprafață mată, sub forma unui fascicul îngust care face cu normala în punctul de incidentă $i = 60^\circ$ (fig. 1.9) Cu cât se va deplasa pata luminoasă creată de fascicul, dacă peste suprafață mată se aşază o lamelă din sticlă transparentă cu grosimea $d = 10 \text{ mm}$? ($n_{\text{sticlă}} = 1,5$)



13. O sursă de lumină trimite un fascicul îngust de lumină sub un unghi de incidență $i = 45^\circ$ pe o placă din sticlă ($n_s = 1,5$) de grosime $d = 2 \text{ cm}$.

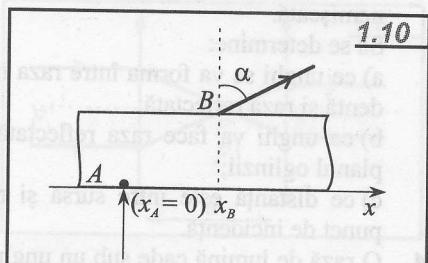
Determinați:

- deplasarea razei de lumină de la direcția inițială și deplasarea petei de lumină pe față de ieșire.
- distanța la care se va forma imaginea sursei de față inferioară a plăcii de sticlă, dacă aceasta se argintea, cunoscând că distanța de la sursă la față superioară a plăcii este $h = 5 \text{ cm}$.

14. Pe o lamă transparentă cu fețe plan paralele, în punctul A de coordonată $x = 0$, perpendicular pe lamă, ajunge un fascicul îngust de lumină. Indicele de refracție al substanței din care este confecționată lama variază după relația:

$$n(x) = \frac{n_0}{1 - \frac{x}{R}}$$

după relația n_0 și R sunt mărimi constante.



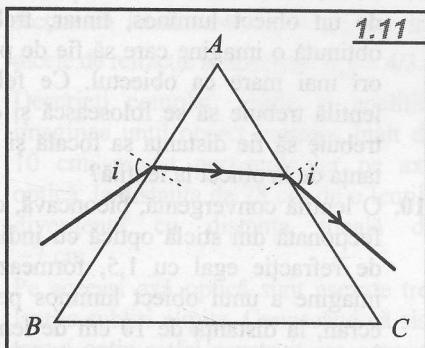
După cum se vede în figura 1.10, fasciculul părăsește placă în punctul B sub unghiul α față de direcția inițială.

- Determinați indicele de refracție n_B al punctului B , în care fasciculul părăsește placă;
 - Determinați coordonata x_B a punctului B .
15. Ce unghi de refrigență are o prismă optică din sticlă ($n_s = 1,5$) dacă el este egal cu unghiul de deviație minimă?
16. O rază de lumină este incidentă normal pe față AB a unei prisme echilaterale din sticlă ($n_s = 1,5$) și emerge prin față AC .

a) Determinați unghiul de deviație al prismei.

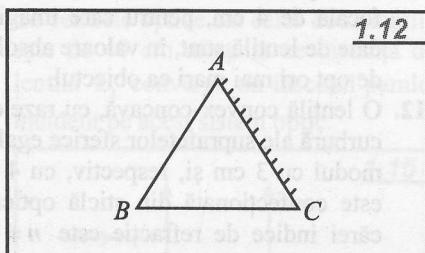
b) Cum se modifică acest unghi prin introducerea prismei în apă? ($n_a = 4/3$)

17. O rază de lumină intră într-o prismă optică din sticlă ($n_s = 1,5$). Care este valoarea maximă pe care o poate lua unghiul de refringere, astfel încât raza de lumină să poată emerger prin cealaltă suprafață?



1.11

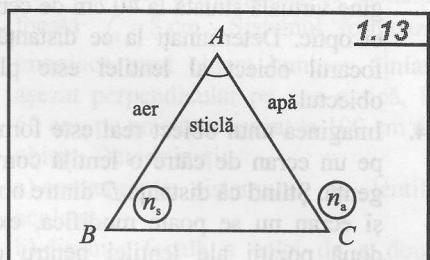
18. O prismă optică din sticlă ($n_s = 1,5$) are secțiunea sub formă unui triunghi isoscel cu fața AC argintată (fig. 1.12). O rază de lumină cade perpendicular pe prima față și după două reflexii totale successive în interiorul prismeiiese perpendicular pe baza prismei. Să se determine unghiul de refringere.



1.12

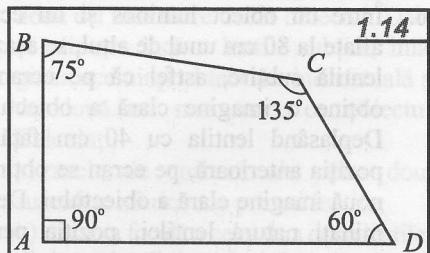
19. O prismă de sticlă ($n_s = 1,5$), cu unghiul refringent $A = 60^\circ$ (fig. 1.13) are o față în contact cu aerul, iar cealaltă în contact cu apă ($n_a = 1,33$). O rază de lumină incidentă sub un unghi $i = 45^\circ$ pe fața AB ieșe prin fața AC în apă. Determinați:

- a) unghiul de deviație al prismei;
b) care este unghiul minim de incidență ca să nu se producă reflexia totală pe față din apă.



1.13

20. Prisma lui Abbé este o prismă optică având secțiunea ca un patrilater cu unghiurile $A = 90^\circ$, $B = 75^\circ$, $C = 135^\circ$, $D = 60^\circ$ (fig. 1.14). Fie o rază de lumină care intră în prismă prin fața AB și emerget prin fața AD . Arătați că dacă se îndeplinește condiția: $\sin i = \frac{n}{2}$, raza incidentă este perpendiculară pe cea emergentă.



1.14

1.2 LENTILE SUBTIRI. ASOCIAȚII DE LENTILE SUBTIRI

EXERCITII. PROBLEME

1. O lentilă convex-concavă este confecționată dintr-un material transparent cu

indicele de refracție de 1,4 și se află plasată în aer. Raza de curbură a feței

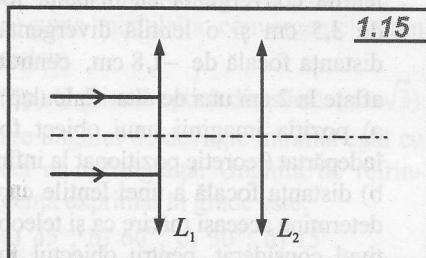
convexe este de 20 cm, iar a celei concave de 60 cm. Să se determine distanța focală a lentilei.

2. O lentilă concav-plană, confecționată din sticlă tratată special și având indicele de refracție de 1,2 se află plasată într-un lichid transparent cu indicele de refracție de 1,6. Raza de curbură a feței concave este de 50 cm. Care va fi distanța focală a lentilei?
3. O lentilă subțire, divergentă, având convergența de $-1,25\delta$ formează o imagine virtuală situată la 40 cm de centrul ei optic. Determinați la ce distanță de focalul obiect al lentilei este plasat obiectul.
4. Imaginea unui obiect real este formată pe un ecran de către o lentilă convergentă. Știind că distanța D dintre obiect și ecran nu se poate modifica, există două poziții ale lentilei pentru care imaginea pe ecran este clară. Distanța dintre aceste două poziții ale lentilei este d . Să se determine distanța focală a lentilei utilizate.
5. Calculați distanța focală și poziția unei lentile convergente care formează pe un ecran imaginea unui obiect luminos, de patru ori mai mare ca obiectul, atunci când distanța de la obiect la ecran este de 10 cm.
6. Între un obiect luminos și un ecran, aflate la 80 cm unul de altul, se așază o lentilă subțire, astfel că pe ecran se obține o imagine clară a obiectului. Deplasând lentila cu 40 cm față de poziția anterioară, pe ecran se obține o nouă imagine clară a obiectului. Determinați natura lentilei, poziția pentru care se obțin imaginile clare și distanța focală a lentilei.
7. Calculați cele două poziții ale unei lentile convergente cu distanță focală de 7,5 cm, corespunzător cărora, pe un ecran situat la distanța de 40 cm de obiect, se obțin imagini clare ale obiectului.
8. Distanța dintre un obiect luminos, liniar și un ecran este de 180 cm. Se cer:
 - a) să se arate că așezând o lentilă convergentă între obiect și ecran se obțin două poziții ale lentilei corespunzător cărora pe ecran se formează imaginea clară a obiectului;
 - b) distanța focală a lentilei, dacă trecearea de la o poziție la alta se face deplasând lentila cu 60 cm;
 - c) măririle transversale care corespund celor două poziții ale lentilei.
9. Pe un ecran situat la distanța de 12 m de un obiect luminos, liniar, trebuie obținută o imagine care să fie de patru ori mai mare ca obiectul. Ce fel de lentilă trebuie să se folosească și care trebuie să fie distanța sa focală și distanța de la obiect la lentilă?
10. O lentilă convergentă, biconcavă, confecționată din sticlă optică cu indicele de refracție egal cu 1,5, formează o imagine a unui obiect luminos pe un ecran, la distanța de 10 cm de lentilă. În apă, imaginea obiectului aflat la aceeași distanță de lentilă s-ar obține pe un ecran aflat la 60 cm de lentilă. Cunoscând indicele de refracție al apei ($n_a = 4/3$) calculați distanța focală a lentilei în aer.
11. Calculați cele două poziții ale unui obiect luminos, așezat perpendicular pe axa optică a unei lentile cu distanță focală de 4 cm, pentru care imaginile date de lentilă sunt, în valoare absolută, de opt ori mai mari ca obiectul.
12. O lentilă convex-concavă, cu razele de curbură ale suprafetelor sferice egale în modul cu 3 cm și, respectiv, cu 4 cm, este confecționată din sticlă optică al cărei indice de refracție este $n = 1,6$. Calculați:
 - a) distanța focală a lentilei în aer;
 - b) distanța focală a lentilei în apă ($n_{apă} = 4/3$).
13. O lentilă biconvexă are razele de curbură ale suprafetelor sferice egale în modul cu 10 cm și, respectiv, cu 20 cm. Lentila formează imaginea reală a unui

obiect, aflat la distanța de 24 cm de ea, la distanța de 56 cm de obiect. Calculați:
 a) distanța focală a lentilei și indicele de refracție al materialului din care este confectionată lentila;
 b) mărirea corespunzătoare situației considerate.

14. O lentilă biconvexă are distanța focală egală cu +10 cm. Care este distanța focală a lentilei în apă, dacă indicele de refracție al materialului din care este confectionată lentila este $n_s = 1,5$; iar indicele de refracție al apei este $n_{apă} = 4/3$.
15. Descrieți complet, grafic și analitic, imaginea unui obiect luminos înalt de 10 cm, așezat perpendicular pe axa optică, la distanța de 28 cm de o lentilă divergentă cu distanță focală de -7 cm.
16. Pe aceeași axă optică sunt așezate trei lentile subțiri alipite. Cunoscând că sistemul optic astfel construit are convergență nulă, să se determine convergența unei lentile cunoscând distanțele focale ale celorlalte două lentile ca fiind de 40 cm și, respectiv, -60 cm.

17. Sistemul optic din figura 1.15 este format din două lentile convergente subțiri, centrate, având $f_1 = 25$ cm și, respectiv, $f_2 = 15$ cm. Cunoscând că distanța dintre centrele optice ale celor două lentile este de 40 cm aflați la ce distanță de lentila L_2 converge un fascicul paralel incident pe acest sistem optic.



1.15

18. O lentilă plan-concavă ($n_1 = 1,6$) și o lentilă convex-plană ($n_2 = 1,2$) sunt alipite după suprafața sferică de aceeași

rază de curbură, egală cu 20 cm. Determinați distanța focală a acestui sistem optic.

19. Un sistem optic este format din două lentile subțiri, simetrice, una convergentă ($n_1 = 1,7$), iar cealaltă divergentă ($n_2 = 1,5$) alipite. Știind că razele de curbură sunt egale în modul, $R = 10$ cm, aflați distanța focală a sistemului în apă.
20. Un sistem optic este format din două lentile subțiri, coaxiale, alipite, dintre care una este convergentă, cu distanță focală $f_1 = 8$ cm. Sistemul formează imaginea unui obiect luminos, liniar, așezat perpendicular pe axa optică, la 60 cm, pe un ecran așezat la 100 cm de obiect. Determinați:
 a) convergența sistemului de lentile acolate;
 b) distanța focală a celei de a doua lentile;
 c) convergența fiecărei lentile.
21. O lentilă biconvexă, subțire, din sticlă optică având indicele de refracție $n = 1,5$, are razele de curbură ale celor două suprafete în raportul 3/2 (în valoare absolută) și formează imaginea reală a unui obiect, situat perpendicular pe axa optică, la distanța de 18 cm de lentilă, pe un ecran; imaginea este de două ori mai mare decât obiectul. Dacă se alipește încă o lentilă subțire, imaginea același obiect devine virtuală și de două ori mai mare ca obiectul. Calculați:
 a) razele de curbură ale celor două suprafete sferice ale primei lentile;
 b) distanța focală a celei de a doua lentile;
 c) convergența sistemului de lentile acolate.
22. Două lentile subțiri, coaxiale, având fiecare distanță focală de 15 cm, sunt așezate la distanța de 10 cm una de altă. Calculați:
 a) distanța față de a doua lentilă la care converge un fascicul paralel, incident pe prima lentilă;

- b) poziția și mărimea imaginii finale a unui obiect luminos, înalt de 2 cm, așezat perpendicular pe axa optică, la 20 cm în fața primei lentile.

23. Un sistem optic central este format din două lentile, una convergentă, cu distanță focală egală cu 20 cm, și alta divergentă, cu distanță focală egală cu -10 cm. Sistemul formează imaginea reală a unui obiect aflat foarte departe (la infinit) în fața primei lentile (convergentă), la infinit, după lentila divergentă. Dacă se așază perpendicular pe axa optică un obiect luminos, liniar, la o anumită distanță în fața lentilei convergente, când aceasta se află la distanța $d = \frac{70}{3}$ cm de lentila divergentă, imaginea finală este reală și se formează la 20 cm după lentila divergentă.

Calculați:

 - distanța dintre cele două lentile ale sistemului;
 - distanța dintre cel de-al doilea obiect și lentila convergentă;
 - mărirea dată de sistem, în cazul celui de-al doilea obiect.

24. Un sistem optic central este format din două lentile, una convergentă, cu distanță focală de 1 m, și alta divergentă, cu distanță focală de -0,9 m, așezate la distanță de 0,5 m una de alta. La distanța de 11 m, în fața lentilei convergente, se așază un obiect luminos, înalt de 4 cm. Calculați poziția și mărimea imaginii date de acest sistem optic.

25. O lentilă convergentă formează o imagine egală cu obiectul pe un ecran situat la distanța de 40 cm de obiect. Dacă se alipește o a doua lentilă, sistemul obținut formează pe un ecran, așezat la distanța de 45 cm de sistem, imaginea unui alt obiect, care este de două ori mai mică decât obiectul. Calculați:

 - distanța focală a celei de-a doua lentile;
 - poziția celui de-al doilea obiect față de sistem.

1.3 INSTRUMENTE OPTICE

EXERCITII. PROBLEME

1. Un filatelist cu vederea normală folosește o lupă cu distanță focală de 8 cm, pe care o ține foarte aproape de ochi pentru a observa un timbru. Cunoscând distanța optimă de vedere, egală cu 25 cm, calculați puterea lupei și distanța de la timbru la lupă.
 2. Un teleobiectiv este alcătuit dintr-o lentilă convergentă cu distanță focală de 6 cm, urmată coaxial de o lentilă divergentă cu distanță focală de $-2,5$ cm, așezate la 4 cm una de cealaltă. Calculați:
 - a) poziția imaginii finale a unui obiect foarte îndepărtat (teoretic poziționat la infinit);
 - b) distanța focală a unei lentile care ar determina aceeași mărire ca și teleobiectivul considerat, pentru obiectul foarte îndepărtat.
 3. Un teleobiectiv este alcătuit dintr-o lentilă convergentă cu distanță focală de 3,5 cm și o lentilă divergentă cu distanță focală de $-1,8$ cm, centrate și aflate la 2 cm una de alta. Calculați:
 - a) poziția imaginii unui obiect foarte îndepărtat (teoretic poziționat la infinit);
 - b) distanța focală a unei lentile care ar determina aceeași mărire ca și teleobiectivul considerat, pentru obiectul foarte îndepărtat.
 4. Ocularul unui microscop, cu distanță focală de 2 cm, se află central față de obiectivul cu distanță focală de 0,6 cm