FIZICĂ

MIHAELA CHIRIȚĂ

CULEGERE DE PROBLEME
propuse şi rezolvate

pentru **clasa a IX-a**
şi **BACALAUREAT**

Conține:
MIC BREVIAR TEORETIC
și FORMULE

Editura **Tamar**

Cuprins

Optica geometrică

Optica geometrică studiază fenomenele luminoase, ocupându-se cu studiul propagării luminii prin diferite medii şi cu studiul formării imaginilor prin sisteme optice.

Noţiuni utilizate:

1. Sursa de lumină punctiformă se obţine atunci când dimensiunile ei sunt mici în comparaţie cu distanţele la care se observă efectele luminoase.

2. Raza de lumină este direcţia pe care se propagă energia luminoasă.

3. Fasciculul de lumină este format din mai multe raze de lumină. El poate fi paralel când razele de lumină sunt paralele sau conic când razele pleacă dintr-un punct (facicul divergent) sau când razele de întâlnesc într-un punct (fascicul convergent).

Principiile opticii geometrice:

1. Principiul propagării rectilinii a razelor de lumină care afirmă că într-un mediu omogen şi izotrop lumina se propagă în linie dreaptă.

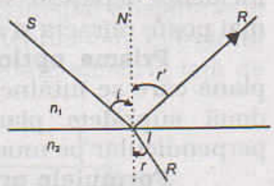
2. Principiul reversibilităţii razelor de lumină afirmă că pe direcţia de propagare lumina se propagă în ambele sensuri.

3. Principiul acţiunii independente a razelor de lumină afirmă că efectul produs de o rază de lumină care face parte dintr-un fascicul este independentă de prezenţa celorlalte raze din fascicul.

Reflexie şi refracţie

Când o rază de lumină întâlneşte suprafaţa de separare dintre două medii optice transparente ea suferă atât fenomenul de reflexie cât şi fenomenul de refracţie.

Reflexia luminii este fenomenul de întoarcere a razei de lumină în mediul din care a provenit atunci când raza întâlneşte suprafaţa de separaţie cu un alt mediu.



Notăm cu *SI* raza incidentă, *NI* normala construită în punctul de contact, *IR* raza reflectată şi *IR* raza refractată.

Notăm cu *i* unghiul de incidenţă format de raza incidentă cu normala construită în punctul de contact, *r* unghiul de reflexie format de raza reflectată cu normala construită în punctul de contact şi *r* unghiul de refracţie format de raza refractată cu normala construită în punctul de contact.

Legile reflexiei:

1. Raza incidentă, normala construită în punctul de contact şi raza reflectată sunt coplanare.

2. Unghiul de incidenţă este egal cu unghiul de reflexie. Astfel $i = r'$.

Refracţia luminii este fenomenul de pătrundere a razei de lumină în alt mediul atunci când raza întâlneşte suprafaţa de separaţie cu un alt mediu.

Legile refracţiei:

1. Raza incidentă, normala construită în punctul de contact şi raza reflectată sunt coplanare.

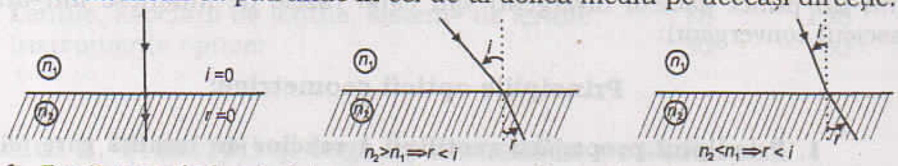
2. Produsul dintre unghiul de incidenţă într-un mediu şi indicele de refracţie absolut al mediului este constant. Astfel: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$, unde n_1 şi n_2 reprezintă indicii de refracţie absoluţi ai celor două medii.

Indicele de refracție absolut al unui mediu reprezintă raportul dintre viteza luminii în vid c și viteza de propagare a luminii în acel mediu v. Astfel $n=\frac{c}{v}$ și este supraunitar și adimensional.

Indicele de refracție relativ al mediului 2 față de mediul 1 este raportul indicilor de refracție alsoluți ai celor două medii. Astfel: $n_{21}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{v_1}{v_2}$ și este adimensional.

Cazuri particulare:

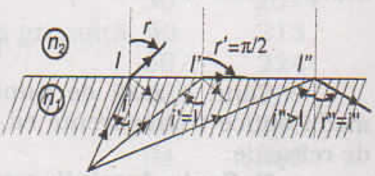
a. Dacă raza de lumină cade perpendicular pe suprafața de separație dintre cele două medii ea pătrunde în cel de-al doilea mediu pe aceeași direcție.



b. Dacă raza de lumină trece dintr-un mediu mai puțin refringent într-un mediu mai refringent ea se apropie de normală, astfel $n_1<n_2 \Rightarrow r<i$

c. Dacă raza de lumină trece dintr-un mediu mai refringent într-un mediu mai puțin refringent ea se depărtează de normală de normală, $n_1>n_2 \Rightarrow r>i$.

d. Dacă raza de lumină trece dintr-un mediu mai refringent într-un mediu mai puțin refringent, $n_1>n_2$, există un unghi numit unghi limită ℓ pentru care unghiul de refracție devine r=90⁰, astfel că $\sin\ell=\frac{n_2}{n_1}$. Dacă unghiul de incidență depășește valoarea unghiului limită $\ell<i$, atunci raza de lumină nu se mai poate refracta și apare fenomenul numit **reflexie totală**.



Prisma optică este un mediu transparent delimitat de două suprafețe plane care se întâlnesc după o dreaptă numită muchie. Unghiul format de cele două suprafețe plane se numește unghiul prismei A. Orice plan situat perpendicular pe muchia prismei se numește secțiune principală.

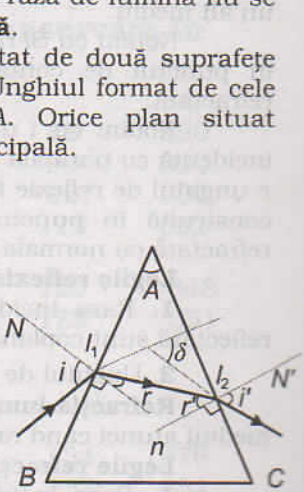
Formulele prismei:

1. $\sin i = n\sin r$ -legea refracției la fața AB

2. $n\sin r' = \sin i'$ -legea refracției la fața Ac

3. $A=r+r'$

4. $\delta=i+i'-A$, unde δ este unghiul de deviație



Dacă raza de lumină se propagă simetric prin prismă, atunci raza va fi deviată cu un unghi minim $\delta_{\min}$, astfel că:

$$r=r' \Rightarrow i=i' \Rightarrow \delta_{\min}=2i-A \Rightarrow n=\frac{\sin\left(\frac{\delta_{\min}+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

1. Optică geometrică

1.1.Principiile opticii geometrice, reflexie, refracţie

1. Umbra unui om cu înălţimea h=1,73 m este de d=1 m. Să se afle unghiul sub care cad razele de lumină pe Pământ.

2. Într-o zi însorită un par înfipt vertical, cu înălţimea h=1 m deasupra Pământului, formează o umbră cu lungimea ℓ=25 cm. Care este lungimea umbrei unei persoane cu înălţimea H=1,8 m?

3. Un om porneşte de sub un felinar aflat la o înaţime de h=8 m într-o mişcare rectilinie uniformă cu viteza υ=1 m/s. Omul are înălţimea de h_0=1,8 m. Cu ce viteză se deplasează umbra omului?

4. Flacăra unei lumânări cu înălţimea h=20 cm arde uniform cu viteza υ=1 cm/min. Iniţial umbra flăcării se află la distanţa ℓ=10 cm de lumânare. Cu ce viteză se deplasează umbra flăcării?

5. Într-o cameră întunecoasă se află pe podea o sursă de lumină punctiformă. La h=50 cm de sursă este aşezată o fantă pătratică cu latura de ℓ=10 cm decupată într-un carton, astfel încât centrul său de greutate se află pe verticala sursei. Să se afle latura petei luminoase obţinute pe tavanul aflat la H=2,5 m de podea.

6. O lampă considerată punctiformă este acoperită în partea superioară şi se află într-o cameră întunecoasă la distanţa h=25 cm de o oglindă plană circulară cu raza r=10 cm, pe verticala centrului oglinzii. Să se afle raza petei luminoase care se formează pe tavanul aflat la distanţa H=2,5 m de oglindă.

7. Fie o oglindă plană. Să se afle:
a. unghiul cu care se roteşte raza reflectată în jurul axei, dacă pe oglinda plană cade o rază sub un unghi de incidenţă i, iar oglinda se roteşte cu unghiul α în jurul unei axe oarecare
b. înălţimea faţă de podea a punctului în care raza de lumină cade pe oglindă, dacă raza de lumină pătrunde prin fereastra unei încăperi întunecoase la înălţimea h=1,5 m de podea şi se reflectă pe oglinda aflată pe peretele opus ferestrei formând apoi o pată luminoasă la mijlocul podelei
c. unghiul şi sensul în care se roteşte imaginea obiectului faţă de noua poziţie a obiectului, dacă obiectul aflat în faţa unei oglinzi plane se roteşte cu unghiul α=30^0
d. viteza cu care se deplasează imaginea faţă de obiect, dacă o persoană se apropie cu viteza υ=4 m/s de o oglindă plană verticală

8. Două oglinzi plane formează între ele un unghi α. Să se afle:
a. unghiul cu care va fi deviată o rază de lumină în urma reflexiei succesive pe cele două oglinzi
b. numărul imaginilor unui obiect luminos punctiform aşezat între cele două oglinzi plane care se formează datorită reflexiilor succesive pe ele
c.numărul imaginilor care se formează în cazul **b.**, dacă unghiul dintre oglinzi este α=15^0

9. Un om cu înălţimea H=1,8 m se fotografiază printr-o oglindă plană paralelă cu el pe un perete vertical. Distanţa dintre om şi oglindă este d=60 cm, înălţimea oglinzii h=60 cm, iar aparatul de fotografiat se află la om la jumătatea înălţimii lui, faţă în faţă cu centrul oglinzii. Neglijând distanţa de la ochi la creşted, să se afle:

a. cât la sută din înălţimea omului apare pe fotografia lui?
b. distanţa faţă de perete la care se află cel mai apropiat punct de pe podea pe care îl poate vedea omul prin reflexie
c. înălţimea minimă a oglinzii pentru ca omul să se poată vedea în întregime, dacă distanţa de la creştet la ochi este h_1=10 cm

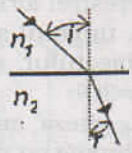
10. Pe o oglindă sferică concavă cu raza R=5 cm cad două raze de lumină paralele cu axul optic principal: una trece la distanţa h_1=0,5 cm de ax, iar cealaltă la h_2=3 cm. Razele se reflectă pe oglindă. Să se afle:
a. distanţa măsurată faţă de vârful oglinzii unde prima rază taie axul optic principal
b. distanţa măsurată faţă de vârful oglinzii unde a doua rază taie axul optic principal
c. distanţa între punctele în care aceste raze intersectează axul optic principal

11.O oglindă sferică concavă are raza R=-20 cm. Un obiect liniar cu înălţimea y_1=6 mm se aşază la distanţa $-x_1$=30 cmîn faţa oglinzii. Să se afle:
a. distanţa la care se formează imaginea faţă de oglindă
b.înălţimea imaginii
c. poziţia şi natura imaginii dacă obiectul se apropie de oglindă cu d=25 cm

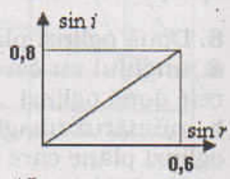
12. Se aşază un obiect în faţa unei oglinzii sferice concave cu raza R=-30 cm, asftel că imaginea se prinde pe un ecran aşezat la distanţa d=60 cm de oglindă. Să se afle:
a.distanţa la care se află obiectul faţă de oglindă
b. mărirea liniară transversală în condiţiile punctului **a.**
c.distanţa la care se află obiectul faţă de oglindă pentru a se obţine o imagine egală cu obiectul

13. Se aşază un obiect în faţa unei oglinzii sferice concexecu raza R=40 cm la distanţa d=20 cm de oglindă. Să se afle:
a. distanţa focală a oglinzii
b. distanţa la care se formează imaginea faţă de oglindă
c. mărirea liniară transversală în condiţiile punctului **b.**

14. O rază de lumină care cade pe suprafaţa de separaţie dintre două medii optice transparente se propagă dintr-un mediu în alt mediu ca în figură. Să se afle:

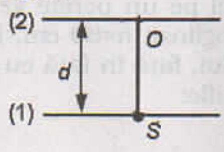


a. indicele de refracţie relativ al celui de-al doilea mediu faţă de primul mediu, dacă unghiul de incidenţă de incidenţă este i=45⁰ iar cel de refracţie este r=30⁰
b. unghiul dintre raza refractată şi raza reflectată, dacă unghiul de incidenţă de incidenţă este i=45⁰, primul mediu este aer iar al doilea are indicele de refracţie $n=\sqrt{2}$ **c.** indicele de refracţie relativ al mediului în care se refractă lumina faţă de mediul din care vine lumina, dacă unghiul de incidenţă este i=60⁰ iar raza reflectată este perpendiculară pe raza refractată

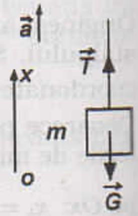


d.indicele de refracţie al celui de-al doilea mediu, dacă primul mediu are indicele de refracţie n_1=3/2 iar graficul alăturat reprezintă dependenţa sin$i$=f(sin$r$) la trecerea unei raze de lumină dintr-un mediu optic în alt mediu optic

15. Pe partea inferioară a unei plăci din sticlă de grosime d=3,46 cmşi indice de refracţie n=1,73se află o sursă de lumină punctiformă S. O rază de lumină porneşte de la



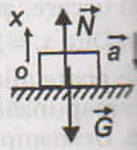
2.2. Principiile mecanicii



1.a. Reprezentăm forțele ce acționează asupra corpului: greutatea G ca rezultat al interacțiunii corp–Pământ și tensiunea T ca rezultat al interacțiunii corp–fir. Se aplică principiul al II-lea al dinamicii: $\vec{T}+\vec{G}=m\cdot\vec{a}$. Se alege o axă Ox în sensul de mișcare și se proiectează relația vectorială. Scalar se obține: $T-mg=ma \Rightarrow T=m(g+a)=3mg=60$ N

b. $a_{\max}=T_{\max}/m-g=30\ \mathrm{m/s^2}$

2.a. Omul apasă asupra podelei liftului cu o forță egală cu reacțiunea normală, astfel că pe baza principiilor mecanicii $\vec{N}+\vec{G}=m\cdot\vec{a}$. Prin proiecție pe Ox se obține: $N-mg=-ma \Rightarrow N=m(g-a)=900$ N

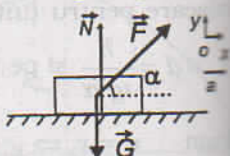


b. Deoarece $N\geq 0 \Rightarrow m(g-a)\geq 0 \Rightarrow g\geq a \Rightarrow$ accelerația maximă cu care poate coborî liftul pentru ca omul să mai apese pe podea este accelerația gravitațională g=10 m/s^2.

3. După reprezentarea forțelor, aplicăm principiul al II-lea al dinamicii. Vectorial se obține: $\vec{T}+\vec{G}=m\cdot\vec{a}$. Alegem un sistem de axe Ox și Oy și proiectăm pe aceste axe relația vectorială:
pe Ox: $T\sin\alpha=ma$ și pe Oy: $T\cos\alpha-mg=0 \Rightarrow$
$T\cos\alpha=mg \Rightarrow tg\,\alpha=a/g \Rightarrow a=g\cdot tg\,\alpha=5{,}76\ \mathrm{m/s^2}$
Din $\cos\alpha=G/T \Rightarrow T=mg/\cos\alpha=5{,}78$ N.

4. Pe baza desenului de la problema precedentă, proiectând relația vectorială $\vec{T}+\vec{G}=m\cdot\vec{a}$ pe axele Ox și Oy obținem: $T\sin\alpha=ma$ și $T\cos\alpha=mg$. Împărțim cele două relații și obținem: $tg\alpha=a/g \Rightarrow \alpha=30^0$, iar din teorema lui Pitagora $T^2=m^2a^2+m^2g^2 \Rightarrow T=m\sqrt{a^2+g^2}=2{,}31$ N

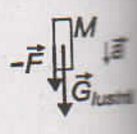
5. Reprezentăm forțele ce acționează asupra corpului și aplicăm principiul al II-lea al dinamicii, astfel că vectorial obținem: $\vec{T}+\vec{G}+\vec{F}=m\cdot\vec{a}$. Scalar prin proiecția pe axele de coordonate se obține:



pe Ox: $F\cos\alpha=ma \Rightarrow F=\dfrac{ma}{\cos\alpha}=4$ N.

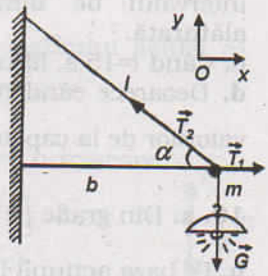
pe Oy: $N+F\sin\alpha=mg \Rightarrow N=mg-F\sin\alpha=16{,}54$ N.

6. Deoarece pisica rămâne în permanență la aceeași înălțime față de sol, ea se află în repaus, astfel că rezultanta forțelor este nulă. Asupra pisicii acționează atât greutatea G, ca rezultat al interacțiunii cu Pământul, cât și forța F, ca rezultat al interacțiunii pisicii cu lustra. Lustra împinge pisica în sus, iar pisica împinge lustra în jos, conform principiului acțiunii și reacțiunii. Studiem repausul pisicii, astfel că rezultanta forțelor care acționează asupra acesteia este nulă. Vectorial: $\vec{F}+\vec{G}=0$ și scalar: $F=mg=20$ N



Reprezentăm forțele ce acționează asupra lustrei și aplicăm principiul al II-lea al dinamicii, astfel că vectorial obținem: $\vec{G}' + \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Scalar obținem: $G' + F = Ma \Rightarrow Mg + mg = Ma \Rightarrow a = \dfrac{(M+m)g}{M} = 15$ m/s².

7. Deoarece lampa se află în repaus, rezultanta forțelor este nulă, conform principiului 1. Vectorial $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{G} = 0$ Proiectăm relația vectorială pe axele de coordonate: pe Ox: $T_1 - T_2 \cos\alpha = 0$ și pe Oy:
$T_2 \sin\alpha - mg = 0 \Rightarrow T_2 = \dfrac{mg}{\sin\alpha}$.

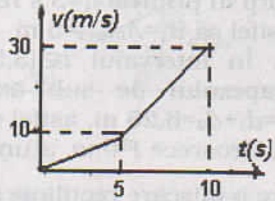


Din geometrie $\sin\alpha = \dfrac{\sqrt{\ell^2 - b^2}}{\ell} = \dfrac{3}{5} \Rightarrow T_2 = \dfrac{mg\ell}{\sqrt{\ell^2 - b^2}} = 100$ N

și $T_1 = T_2 \cos\alpha = mg\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \dfrac{mgb}{\sqrt{\ell^2 - b^2}} = 80$ N.

8.a. Pentru $t \in (0,5)$s, $F_1 = 10$ N $\Rightarrow$ accelerația este $a_1 = F_1 / m = 2$ m/s². Conform definiției accelerației: $a_1 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v}{t}$, deoarece la momentul inițial $t_0 = 0$, $v_0 = 0 \Rightarrow v = a_1 t = 2t$, astfel că atunci când $t_1 = 5$ s $v_1 = a_1 t_1 = 10$ m/s.
Pentru $t \in (5,10)$s $\Rightarrow F_1 = 20$N $\Rightarrow a_2 = F_2 / m = 4$ m/s²

Cum $a_2 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v - v_{02}}{t - t_{02}} \Rightarrow v = v_{02} + a_2(t - t_{02})$, unde
$v_{02} = v_{1max} = 10$ m/s și $t_{02} = 5$ s $\Rightarrow v = 4t - 10$.
Când $t_f = 10$ s $\Rightarrow v_f = 30$ m/s.
Reprezentarea grafică a dependenței vitezei în raport cu timpul este redată în figura alăturată.



b. Distanța parcursă de corp în timpul este $d = v_m t_1$.

deoarece $v_m = \dfrac{0 + v_1}{2} = \dfrac{v_1}{2} \Rightarrow d = \dfrac{v_1 t_1}{2} = \dfrac{a_1 t_1^2}{2} = 25$ m

c. Prin definiție $v_m = \dfrac{D}{\Delta t}$, unde D reprezintă distanța totală parcursă. Pe baza interpretării grafice, deoarece viteza este reprezentată în funcție de timp, distanța parcursă se calculează prin aria de sub curba vitezei, astfel că:
$D = A_{triunghi} + A_{trapez} = 25$ m$+100$ m$=125$ m $\Rightarrow v_m = 12{,}5$ m/s.

9.a. Când $t \in (0,10)$s, $a_1 = 0{,}2$ m/s², astfel că liftul are o mișcare uniform accelerată pornind din repaus. Pe baza reprezentării fortelor obținem $T_1 - mg = ma_1 \Rightarrow T_1 = m(g + a_1) = 5100$ N. Când $t \in (10,20)$s, $a_2 = 0$ m/s², astfel că liftul are o mișcare rectilinie și uniformă și $T_2 = mg = 5000$ N. Când $t \in (20,25)$s, $a_3 = -0{,}4$ m/s², astfel că liftul are o mișcare uniform frânată $T_3 = m(g + a_3) \Rightarrow$ $T_3 = 4800$ N.

b. $a_1 = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v}{t} \Rightarrow v = a_1 t = 0{,}2t$ când, $t \in (0,10)$s $\Rightarrow v_1 = 2$ m/s când $t_1 = 10$ s
Când $t \in (10,20)$ s corpul are o mișcare rectilinie și uniformă cu $v_1 = 2$ m/s