MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE

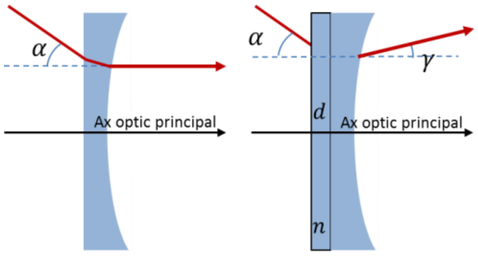
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediție jubiliară Cluj-Napoca 2014
Inspectoratul Școlar Județean Cluj

IX

Proba Teoretică
Subiect

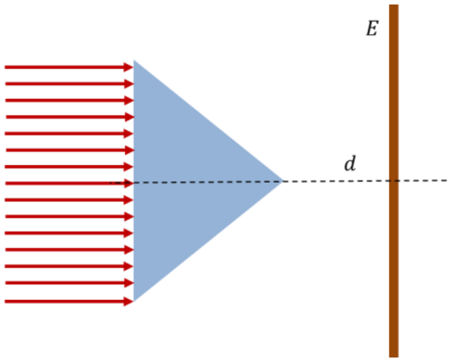
Subiectul 1

A. Lentilă divergentă cu lamă lipită de ea



Pe fața plană a unei lentile plan-concave, având modulul distanței focale $f = 20$ cm, cade o rază de lumină înclinată sub unghiul $\alpha = 30°$ față de axul optic principal al lentilei. După trecerea prin lentilă, raza emergentă corespunzătoare este paralelă cu axul optic principal al lentilei (vezi prima figură).
Apoi, în fața lentilei, lipită practic de fața plană a acesteia, se așază o lamă transparentă, cu fețe plan-paralele, cu grosimea $d = 2$ cm și indicele de refracție $n = \sqrt{2}$ (vezi a doua figură). Considerând că aproximația paraxială rămâne valabilă și știind că raza incidentă a rămas aceeași, determină unghiul γ dintre raza emergentă și axul optic principal.

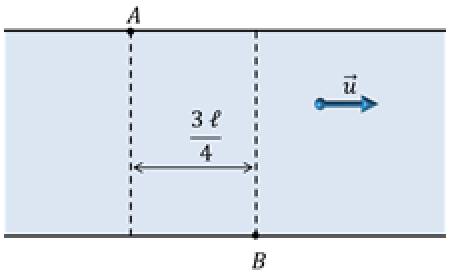
B. Un con de sticlă



Un fascicul luminos paralel, cu simetrie cilindrică, cade pe baza unui con circular drept, transparent, aflat în aer ($n_{aer} = 1$). Conul este confecționat din sticlă cu indicele de refracție $n = 3/2$. Secțiunea transversală a fasciculului coincide cu baza conului. Înălțimea conului este $H = \sqrt{3}$ cm iar raza bazei sale este $R = 1$ cm. Un ecran (E), de mari dimensiuni, este așezat la distanța $d = 1$ cm față de vârful conului, planul său fiind perpendicular pe axa de simetrie a conului (vezi figura). Precizează forma petei de lumină ce se formează pe ecran și determină aria sa.

Subiectul 2

A. Traversarea unui râu



Un râu, de lățime ℓ, curge cu viteza constantă u față de maluri. În punctul B, aflat pe malul drept al râului, se află un barcagiu ce poate imprima bărcii sale, o viteză constantă cu modulul v_o, față de apă. Barcagiul dorește să ajungă pe celălalt mal al râului.

a) Determină orientarea vitezei bărcii față de apă pentru ca timpul de traversare a râului să fie minim și calculează valoarea acestui timp.

b) Barcagiul, aflat în punctul B, își alege ca reper un punct fix A de pe malul stâng al râului (vezi figura alăturată). Pentru a ajunge pe celălalt mal el orientează *în permanență* vârful bărcii sale spre reperul A și vâslește cu viteza $v_o = u$. Distanța de la punctul B până la proiecția normală a punctului A pe malul drept este $\frac{3\ell}{4}$. Considerând un sistem de axe cu originea în punctul A, având axele y și x în lungul râului, respectiv în direcție perpendiculară pe maluri,

b1) determină ecuația $y = f(x)$ a traiectoriei bărcii la traversarea râului și reprezintă grafic această dependență;

---

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

b2) determină valoarea distanței dintre barcă și reperul A în momentul în care barca se află la mijlocul distanței dintre maluri.

B. Tren în tunel

Un tren, cu lungimea totală ℓ (locomotivă și garnitură), se deplasează rectiliniu uniform. În momentul intrării locomotivei într-un tunel cu lungimea L mecanicul acționează sistemul de frânare. Mișcându-se uniform încetinit trenul se oprește exact în momentul în care a ieșit din tunel și ultimul vagon al garniturii. Timpul trecerii prin tunel este măsurat, din momentul începerii frânării, atât de mecanicul locomotivei cât și de un pasager aflat la coada trenului. Timpul măsurat de mecanic este de $N > 1$ ori mai mic decât timpul măsurat de pasager.

a) Stabilește relația generală dintre spațiul parcurs de un mobil, în mișcare uniform încetinită, până la oprire și intervalul de timp corespunzător, mărimi măsurate din momentul începerii frânării.

b) Exprimă raportul dintre lungimea trenului și lungimea tunelului ℓ/L, în funcție de N. Discuție.

c) Calculează raportul ℓ/L pentru $N_1 = 3, N_1 = 2, N_1 = 1 + \sqrt{2}$.

Subiectul 3

Piticul și covorul fermecat

Un covor îngust atârnă cu un capăt la marginea unei mese orizontale astfel că lungimea părții verticale reprezintă o fracțiune f din lungimea covorului. Masa covorului este m iar coeficientul de frecare la alunecare dintre covor și masă (presupus egal cu cel static) este μ.

a) Află valoarea maximă f_{max} a fracțiunii f astfel încât covorul să rămână în echilibru. Determină valoarea lui μ pentru care $f_{max} = 1/3$.

Consideră covorul așezat ca în figura alăturată. Un pitic, foarte mic, stă pe covor, la capătul $\boldsymbol{A}$ al acestuia. La un moment dat piticul începe să se deplaseze spre capătul $\boldsymbol{B}$ al covorului. Masa piticului este M. Consideră că μ are valoarea determinată anterior.

b) Dedu expresia valorii minime a forței cu care piticul acționează asupra covorului dacă acesta începe să alunece pe masă.

c) Exprimă dependența accelerației covorului în funcție de f și reprezint-o grafic. Consideră că piticul acționează asupra covorului cu forța stabilită la punctul anterior, covorul este tot timpul întins iar atunci când piticul ajunge la capătul ***B*** al covorului $f_0 = 3/4$.

d) Calculează viteza covorului când piticul ajunge la capătul ***B*** al covorului. Consideră că lungimea covorului este $L = 2$ m.

Consideră $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.

Subiect propus de prof. univ. dr. Florea Uliu, Universitatea din Craiova, prof. Florina Bărbulescu, CNEE, prof. Constantin Gavrilă, Colegiul Național „Sfântu Sava” București, prof. dr. Constantin Corega, Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca

---

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.