



Ministerul Educației, Cercetării și Tineretului  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
 Hunedoara, 09-15 aprilie 2007  
**Proba teoretică - subiecte**

**XII**

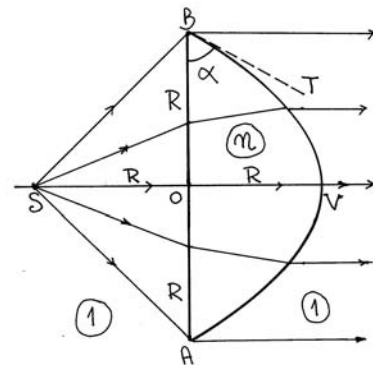
**I.A.** Un corp punctiform, electrizat pozitiv, suspendat de un fir izolator, subțire și inextensibil, având lungimea  $l$ , efectuează oscilații armonice cu perioada  $T_0$ , într-un plan vertical, deasupra unui plan dielectric orizontal, pe suprafața căruia este distribuită uniform sarcină electrică pozitivă, corpul aflându-se aproape de planul electrizat. *Să se determine* perioada oscilațiilor armonice ale aceluiași pendul, în aceleași condiții, dacă sarcina sa electrică își păstrează valoarea, dar își schimbă semnul. Oscilațiile se efectuează în vid. Se cunoaște accelerația gravitațională,  $g$ .

**B.** O coardă omogenă inextensibilă, de lungime  $L$  și masă totală  $M$ , este suspendată vertical, în câmpul gravitațional al Pământului. La un moment dat, la capătul superior al corzii se lovește ușor, cu un ciocănel, în direcție orizontală. În același moment, de la același nivel orizontal cu capătul superior al corzii, se lasă liberă o bilă foarte mică.

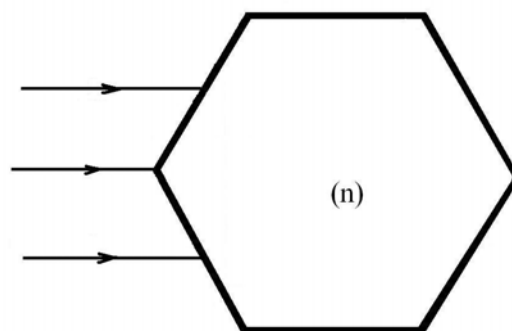
- La ce distanță față de capătul inferior al corzii bila va depăși pulsul care se propagă prin coardă ?*
- După cât timp de la momentul eliberării bilei, ea depășește pulsul din coardă ?*
- Cât este valoarea raportului dintre timpul în care pulsul, respectiv bila străbat distanța  $L$ ? Se cunoaște accelerația gravitațională,  $g$ .*

**C.** O lentilă convergentă foarte subțire (ideală), cu distanța focală  $f$ , are forma unui disc circular cu diametrul  $d$  și este fixată într-o montură cu diametrul  $D (> d)$ . În spatele lentilei, la distanța  $f$ , adică în planul focal, se află așezat un ecran opac, destul de mare, perpendicular pe axul optic principal al lentilei. În fața lentilei, pe axul optic principal, se află o sursă luminoasă punctiformă. *Stabiliți* dependența ariei umbrei de pe ecran de distanța  $\ell$  dintre sursa punctiformă și centrul optic al lentilei, dacă  $f < \ell < \infty$ . *Construiți* apoi graficul acestei dependențe.

**II. A.** Pe axul optic principal OV al unei lentile plan-convexe AOBVA, cu simetrie de rotație, se află o sursă luminoasă punctiformă S. Știind că lentila este plasată în aer ( $n_{\text{aer}} = 1$ ), că  $|SO| = |OV| = |OB| = |OA| \equiv R$  și că fasciculul luminos divergent ce pleacă din S iese din lentilă paralel cu axul optic principal, *să se determine* indicele de refracție  $n$  al materialului transparent (și omogen) din care este confecționată lentila precum și unghiul  $\alpha$  format de tangenta BT cu fața de intrare BA.



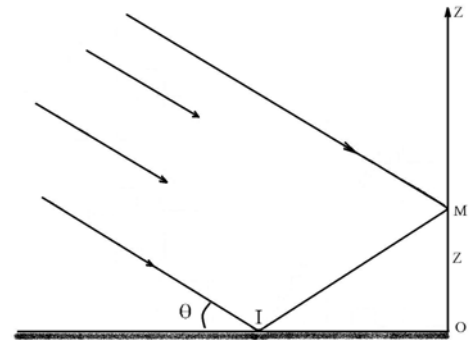
**B.** Un fascicul paralel de lumină monocromatică cade pe o prismă de sticlă a cărei secțiune principală este un hexagon regulat. Lărgimea fasciculului este astfel încât razele sale marginale cad la mijlocul fețelor hexagonului (vezi figura). *Pentru ce valori* ale indicelui de refracție ( $n$ ) al prisme, fasciculul incident se despică în două fascicule emergente identice, paralele, simetrice față de axa ce trece prin centrul hexagonului ? Prisma se află în aer ( $n' = 1$ ).



C. O oglindă metalică plană, dispusă orizontal, este “iluminată” cu un fascicul paralel de radiații electromagnetice monocromatice, cu lungimea de undă  $\lambda = 430\mu\text{m}$  (radiații infraroșii). Fasciculul este larg iar unghiul de razanță pe oglindă este  $\theta = 8^\circ$ . Un detector M, cu sensibilitate optimă în domeniul spectral în care lungimea de undă  $\lambda = 430\mu\text{m}$  ocupă o poziție mediană, se poate deplasa pe verticala Oz, perpendiculară pe oglindă și situată în planul de incidență. El înregistrează succesiv, maxime și minime de intensitate.

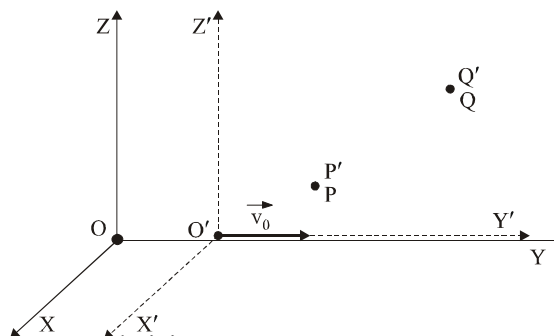
1) Considerând că oglinda reflectă perfect radiația incidentă, *determinați* valorile distanțelor  $z = |OM|$  pentru maximele și minimele de interferență, intensitățile ce corespund acestor valori extreme, precum și valoarea interfranței.

2) Într-o altă experiență, fasciculul luminos incident este liniar (plan)-polarizat, direcția de oscilație a câmpului electric fiind perpendiculară pe planul de incidență. Dacă reflectanța de intensitate a oglinzii este  $R_\perp = 88\%$ , *determinați*, pentru intensitățile franjelor sesizate de detectorul M, valorile maxime și minime și calculați vizibilitatea franjelor detectate, definită prin relația  $V = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ .



III. Originile sistemelor inerțiale S și respectiv S', reprezentate în desenul alăturat au coincis la momentul  $t = t' = 0$ . La momentul  $t' \neq 0$  (apreciat de observatorul O'), din punctul P'(x', y', z'), aparținând sistemului S', se lansează în vid un semnal luminos, recepționat în punctul Q'(x' + Δx', y' + Δy', z' + Δz'), aparținând aceluiași sistem S', la momentul  $t' + \Delta t'$ .

Aceleași două evenimente (emisia semnalului luminos din P' și recepția semnalului din Q') sunt constatate și de observatorul O din sistemul S și apreciate ca producându-se în punctele P(x, y, z) și respectiv Q(x + Δx, y + Δy, z + Δz), aparținând sistemului S, la momentele  $t$  și respectiv  $t + \Delta t$ .



a) Să se demonstreze existența relației :

$$c^2(\Delta t')^2 - (\Delta x')^2 - (\Delta y')^2 - (\Delta z')^2 = c^2(\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2; (\Delta s')^2 = (\Delta s)^2,$$

unde  $c$  este viteza luminii în vid și să se demonstreze că relația anterioară se menține și atunci când  $\Delta t'$  este intervalul de timp dintre două evenimente oarecare,  $E_\alpha$  și  $E_\beta$ , constatate de observatorul O' din S' ca producându-se în punctele P' și respectiv Q' din S', iar  $\Delta t$  este intervalul de timp dintre aceleași două evenimente, constatate de observatorul O din S ca producându-se în punctele P și respectiv Q din S. Să se evidențieze deosebirea cantitativă dintre cele două situații. Să se formuleze o concluzie ca urmare a existenței relației anterioare.

b) Dacă, în raport cu sistemul de referință în care se desfășoară, S, și unde sunt constatate, două evenimente nesimultane,  $E_\alpha$  și  $E_\beta$ , petrecute în puncte diferite, sunt separate printr-un interval de gen temporal,  $(\Delta s_{\alpha\beta})^2 > 0$ , să se demonstreze că: 1) nu există un sistem de referință inerțial S', față de care aceleași două evenimente să fie simultane; 2) există un sistem de referință inerțial S', față de care aceleași două evenimente, sunt localizate într-un același punct.

c) Dacă, în raport cu sistemul de referință S, în care se desfășoară și unde sunt constatate, două evenimente,  $E_\alpha$  și  $E_\beta$ , care se produc în puncte diferite, sunt separate printr-un interval de gen spațial,  $(\Delta s_{\alpha\beta})^2 < 0$ , să se demonstreze că: 1) nu există un sistem de referință inerțial S', față de care aceleași două evenimente să aibă același punct de desfășurare; 2) există un sistem de referință inerțial S', față de care aceleași două evenimente sunt simultane.

Subiect propus de:

Prof. dr. Florea ULIU - Facultatea de Fizică - Universitatea din Craiova

Prof. dr. Mihail SANDU - Facultatea de Științe - Universitatea Lucian Blaga Sibiu