

1. Un corp punctiform, cu masa  $m$ , electricizat cu sarcina  $q$ , se află în echilibru în centrul unui inel circular cu raza  $R$ , electricizat uniform cu sarcina  $Q > 0$ . Inelul este confecționat dintr-un fir izolator foarte subțire.

*Să se determine* perioada oscilațiilor foarte mici ale corpului punctiform, dacă acestea sunt efectuate:

- a) de-a lungul axei perpendiculare pe planul inelului, trecând prin centrul acestuia, dacă  $q < 0$ ;  
b) de-a lungul unui diametru, în planul inelului, dacă  $q > 0$ ,

și să se compare cu perioada mișcării pe orbita fundamentală cu raza  $R$  a electronului, cu masa  $m$  și sarcina electrică  $q$ , aparținând unui ion hidrogenoid fix, al cărui nucleu are sarcina electrică  $Q$ .

În timpul oscilațiilor corpului punctiform, inelul nu se deformează și rămâne fix.

Același corp punctiform electricizat se află apoi în echilibru, între două discuri circulare plane identice, foarte apropiate, fiecare cu raza  $R$  și sarcina electrică superficială  $Q$ , distribuită uniform pe fețele interioare ale discurilor fixe, confecționate dintr-un material izolator.

- c) *Să se demonstreze* că intensitatea câmpului electric generat de un singur disc electricizat, într-un punct de pe axul acestuia, la distanța  $z$  față de centrul discului este:

$$E_z = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2} \left( 1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right),$$

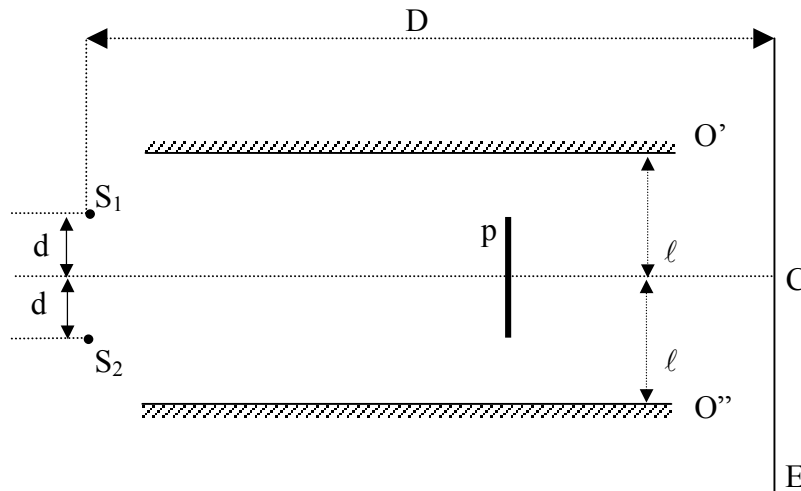
și să se determine perioada oscilațiilor mici efectuate de corpul punctiform electricizat de-a lungul axului comun al celor două discuri.

În timpul oscilațiilor corpului punctiform electricizat, discurile nu se deformează și rămân fixe. Pentru aer se cunoaște permitivitatea electrică absolută,  $\epsilon_0$ . Se neglijează greutatea corpului punctiform electricizat, precum și efectele inducției și ale radiației electrice.

Se va considera că:  $(1 + x^2) \approx 1$  și  $(1 + x)^a \approx 1 + ax$ , dacă  $x \ll 1$ .

2. **A.** Pe fața plană a unui semicilindru circular de gheață, cu raza  $R$  și indicele de refracție  $n = 1,3$ , cade la incidența normală o rază de lumină. Ea iese din semicilindru prin aceeași față plană, pe o direcție paralelă cu cea incidentă, situată însă la o distanță  $L$  ( $< 2R$ ) față de aceasta. Știind că în exteriorul semicilindrului se află aer ( $n' = 1$ ) și ca intensitatea razei emergente este (aproape) egală cu cea a razei incidente, *să se determine* valorile posibile ale raportului  $L/R$ .
- B.** Se consideră dispozitivul interferențial din figura în care  $S_1$  și  $S_2$  sunt două surse punctiforme monocromatice, incoerente între ele, iar  $O'$  și  $O''$  sunt două oglinzi plane, paralele, situate la distanța  $2l$ . Sursele emit radiații cu aceeași lungime de undă  $\lambda$ , iar distanța dintre ele este  $2d$ . La distanța  $D$  ( $\gg 2l$  și  $2d$ ) față de surse se află ecranul de observație  $E$ , perpendicular pe axa de simetrie a dispozitivului. El nu poate fi iluminat direct de sursele  $S_1$  și  $S_2$  deoarece perpendicular pe axa de simetrie a dispozitivului este plasat, în mod simetric, un mic paravan obturator ( $p$ ). Neglijând efectul reflexiilor multiple pe oglinzi ( $m \geq 2$ ) *să se determine* expresia vizibilității franjelor de interferență observate pe ecranul  $E$  în funcție de  $l$ ,  $d$ ,  $D$  și  $\lambda$ .

- 
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.



3. Doi frați gemeni, A și B, cu vârsta de 26 ani, se despart într-o zi, atunci când A pleacă într-un voiaj interplanetar cu o navă cosmică a cărei mișcare în raport cu Pământul este rectilinie, având viteza  $v=0,6 c$  în raport cu Pământul, iar B rămâne pe Pământ. Atunci când A revine pe Pământ, pe aceeași traiectorie, fratele său B are vârsta de 36 ani. Se neglijează duratele fazelor de accelerare, de ocolire pentru întoarcere și de frânare ale navei cosmice.
- Să se determine durata voiajului lui A, măsurată de fiecare dintre cei doi frați și vârsta lui A la revenirea sa pe Pământ. *Concluzie. Este simetrică această problemă pentru frații A și B?*
  - Un dispozitiv special transformă bătăile inimii lui A în semnale electromagnetice recepționate de B. Câte bătăi ale inimii lui A înregistrează B, atunci când A se departează de Pământ și atunci când A se apropie de Pământ? Să se compare numărul total al bătăilor inimii lui A, înregistrate de B, cu numărul total al bătăilor inimii lui B, înregistrate de B, de la despărțirea până la reîntâlnirea celor doi frați gemeni. Se știe că frecvențele bătăilor inimilor celor doi frați gemeni, în sistemele de referință proprii, sunt egale cu  $\nu$ . *Concluzie.*
  - După revenirea lui A pe Pământ, pleacă B cu aceeași navă cosmică într-un voiaj interplanetar, iar A rămâne pe Pământ. Depărtarea lui B se face pe o traiectorie rectilinie în raport cu Pământul, cu viteza  $v$  față de Pământ, iar apropierea lui B se face pe aceeași traiectorie rectilinie cu viteza  $4v/3$ . Să se determine vârstele celor doi frați, la încheierea voiajului lui B, știind că acestea sunt identice. Se știe ca  $v = 0,6 c$ . Se neglijează ratele fazelor de accelerare și de încetinire ale navei cosmice.

Prof. Univ. dr. FLOREA ULIU  
Universitatea din CRAIOVA

Prof. Univ. dr. SIMION ASTILEAN  
Universitatea "Babes Bolyai" – CLUJ NAPOCA

Conf. Univ. dr. MIHAIL SANDU  
Universitatea "Lucian Blaga" - SIBIU

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