



1. Măsurători în spațiu!

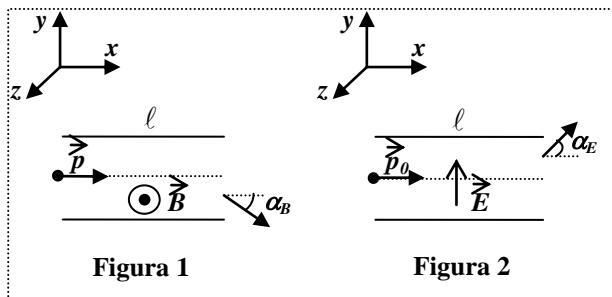
Presupunem că faci parte din echipajul de pe **ISS 7** (Stația Spațială Internațională din generația a 7-a).

- A. În apropierea **ISS 7**, două nave spațiale **A** și **B** se deplasează cu vitezele $v_A = 2c/3$ și $v_B = 3c/4$, unde c este viteza luminii în vid. Ți se cere să deduci formulele și să calculezi modulul vitezei relative a unei nave față de cealaltă, atât clasic cât și relativist, în următoarele situații:
- una dintre nave ajunge din urmă cealaltă navă, ambele deplasându-se pe aceeași direcție;
 - navele se deplasează pe aceeași direcție una spre alta;
 - navele se deplasează pe direcții perpendiculare;
 - navele se deplasează pe direcții care fac între ele un unghi $\alpha = \pi/6$ rad.
- B. În cadrul unui experiment, în condiții de imponderabilitate, utilizezi un oscilator liniar armonic de constantă elastică k și masă m_1 .
- Determină masa m_2 a unui corp, care atașat de corpul de masă m_1 , execută oscilații a căror perioadă crește cu o fracțiune f din perioada inițială.
 - Pleci de pe **ISS 7** și îți continui experimentul pe o navă spațială ce se deplasează cu viteză relativistă $\vec{v} = \text{const}$. Dacă amplitudinea oscilațiilor este A , determină perioada oscilațiilor corpului de masă m_1 , considerând că oscilațiile au loc pe direcția mișcării navei.

2. Particule în câmpuri electrice și magnetice

În cadrul unor experimente efectuate utilizând câmpuri electrice și magnetice a fost studiată mișcarea unor particule aflate în condiții de imponderabilitate.

- A. Între plăcile plane și paralele ale unui condensator, aflate la distanța d , se generează un câmp electric uniform prin conectarea condensatorului la o tensiune constantă U . Între plăcile condensatorului se generează și un câmp magnetic uniform, de inducție \vec{B} , cu liniile de câmp perpendiculare pe liniile câmpului electric. În apropierea plăcii încărcate cu sarcină electrică negativă, se lasă liber un electron de masă m și sarcină electrică cu modulul e .
- Determină expresiile componentelor vitezei electronului (v_x, v_y, v_z), în funcție de timp și de constantele specificate în problemă.
 - Exprimă componentele vitezei electronului în funcție de coordonata y (paralelă cu liniile de câmp electric): $v_x = v_x(y)$ și $v_y = v_y(y)$.
- B. Pentru a determina proprietățile unui fascicul de particule relativiste cu sarcina electrică pozitivă e , se trimite fasciculul printr-o regiune cu câmp magnetic uniform \vec{B} (vezi Figura 1). Același fascicul de particule este trimis și printr-o regiune cu câmp electric uniform \vec{E} (vezi Figura 2). Câmpurile sunt astfel plasate în drumul fasciculului, încât ele produc mici deviații date de unghiurile α_B și α_E , unde $\alpha_B \ll 1, \alpha_E \ll 1$. Cele două regiuni în care se stabilesc câmpurile magnetic, respectiv electric au lungimea ℓ .
- Determină impulsul particulelor p la intrarea în regiunea cu câmp magnetic.
 - Dacă impulsul particulelor la intrarea în câmpul electric este p_0 , exprimă energia particulelor W_0 în funcție de deviația transversală în câmpul electric y .



- 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 cerințele în orice ordine.
- 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.



3. Anemometru Doppler cu laser

Măsurarea vitezei cu care curge un fluid se poate face direct prin metode optice, fără a perturba curgerea fluidului, utilizând dispozitive numite **anemometre Doppler cu laser**.

A. Pentru aceasta se pot folosi două fascicule laser care provin de la aceeași sursă și care prin suprapunerea lor crează o zonă de interferență într-o arie mică, centrată în jurul locului de măsurare, situație prezentată în *Figura 3*. Fiecare fascicul laser se poate considera ca o undă plană progresivă, monocromatică, cu lungimea de undă în vid $\lambda_0 = 0,52 \mu\text{m}$. Dacă o particulă solidă de mici dimensiuni, antrenată de fluid, trece prin această zonă, ea traversează minimele și maximele de interferență. Un detector captează lumina reflectată de această particulă în timp ce traversează zona de interferență. Diferența de drum este zero în O, iar indicele de refracție al mediului este $n = 1,33$.

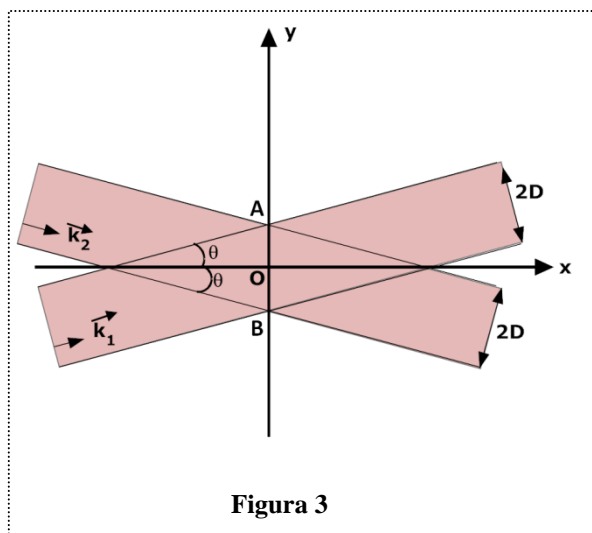


Figura 3

- Determină lățimea AB a zonei de interferență pentru $x = 0$, știind că $2D = 1 \text{ mm}$ și $\theta = 5^\circ$.
- Calculează prin două metode diferite, diferența de drum optic într-un punct M din zona de interferență.
- Calculează interferența și numărul de maxime care se văd între A și B pentru $x = 0$.
- O particulă solidă se deplasează pe axa Oy cu viteza $\vec{v} = v\vec{j}$. Calculează viteza cu care curge fluidul știind că perioada semnalului recepționat de detector este 50 ms.

B. În dispozitivele de acest tip, se ține cont și de deplasarea Doppler, pentru măsurători cu precizie mare.

- Arată că dacă o sursă emite lumină cu frecvența proprie ν_0 , iar receptorul se mișcă spre sursă cu viteza v , atunci frecvența recepționată de receptor va fi dată de formula $\nu = \nu_0 \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$.
- Cum se transformă această formulă, dacă receptorul stă pe loc, iar sursa se mișcă spre receptor cu viteza v ?
- Presupunem cazul nerelativist $\frac{v}{c} \ll 1$. Particularizează formulele obținute la punctele (a) și (b), dacă unghiul dintre v și c este θ .
- Determină deplasarea Doppler $(\nu_d - \nu_0)$, unde ν_d este frecvența recepționată de detector, în cazul luminii laser, reflectată de o particulă care se mișcă cu viteza \vec{u} sub un unghi θ față de fasciculul laser incident și sub unghiul θ' față de fasciculul reflectat (configurația din *Figura 4*).
- Calculează eroarea relativă maximă care se face dacă se neglijează deplasarea Doppler pentru $n = 1,33$, $\lambda_0 = 0,52 \mu\text{m}$ și $u = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Este semnificativă această eroare în cazul unui asemenea anemometru?

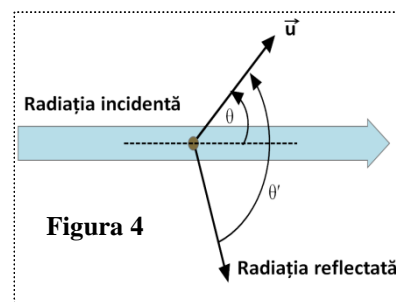


Figura 4

Subiect propus de:

Prof. Liviu Arici, Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” Brăila
Prof. Corina Dobrescu, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” București
Prof. Gabriel Florian, Colegiul Național „Carol I” Craiova
Prof. Victor Stoica, Inspectoratul Școlar al Municipiului București

- 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 cerințele în orice ordine.
- 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.