Subiectul I (electricitate și magnetism): (10 puncte)

Pe un cadru conductor dreptunghiular de deschidere l, înclinat la unghiul α față de orizontală, se află o tijă orizontală de masă m. Aceasta alunecă pe cadru, fără frecare, astfel încât rămâne mereu orizontală (**Figura I.1**). Pe lungimea l tija are rezistența electrică R, în timp ce rezistența electrică a cadrului este neglijabilă. Tot acest sistem se află într-un câmp magnetic uniform, orizontal, de inducție $\vec{B}$. La momentul inițial, $t = 0$, tija este în repaus și este lăsată liberă.

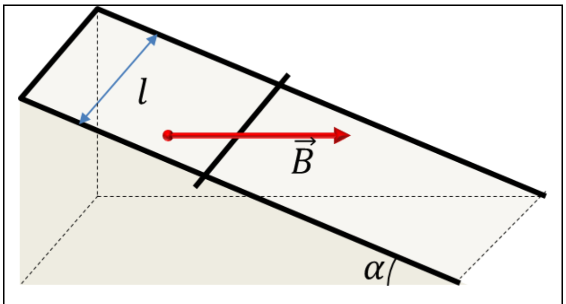

Figura I.1 Tijă pe plan înclinat

a) Dedu expresia dependenței intensității curentului electric din tijă de viteza tijei, $I(v)$.
b) Cu ce viteză ar trebui să fie pusă în mișcare tija de-a lungul cadrului pentru ca deplasarea ei să fie rectilinie uniformă?
c) Dedu expresia dependenței vitezei $v(t)$ a tijei în funcție de timp, pentru cazul în care tija este lăsată să plece din repaus.
d) Care este viteza limită a tijei (în condițiile în care cadrul ar fi suficient de lung)?
e) Arată dacă este posibil sau nu ca la un anumit moment t tija să tindă să se desprindă de cadru.

Notă: Dacă îți este de util poți folosi faptul că soluția unei ecuații de forma: $\frac{dx}{dt} + ax = b$ este $x = \frac{b}{a}(1 - e^{-at})$.

Subiectul II (oscilații mecanice): (10 puncte)

A. O frânghie omogenă de lungime l este așezată ca în **Figura II.1**, pe un plan înclinat cu unghiul α față de orizontală, după care este lăsată să coboare liber din repaus. Consideră că frânghia rămâne în permanență întinsă. Suprafețele de mișcare sunt netede (poți neglija frecarea). Se cunoaște g.

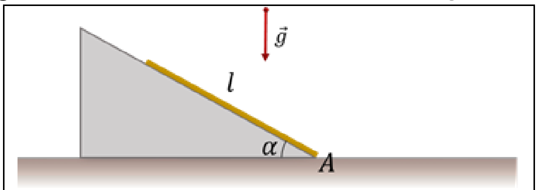

Figura II.1 Frânghie pe plan înclinat

a) Exprimă viteza frânghiei, $v(x)$, în momentul în care lungimea porțiunii sale de pe planul înclinat este x.
b) Demonstrează că, pe parcursul coborârii, mișcarea frânghiei are caracteristicile unei mișcări oscilatorii.
c) Determină timpul în care coboară frânghia de pe planul înclinat pe suprafața orizontală.

B. O bilă cu masa $m = 5$ kg este suspendată de un resort ideal care are constanta de elasticitate k. În absența forțelor de rezistență, perioada oscilațiilor armonice ale sistemului este $T_0 = 0{,}4\pi$ s. În prezența unei forțe de rezistență, direct proporțională cu viteza corpului, v, perioada oscilațiilor amortizate este $T = 0{,}5\pi$ s. Mișcarea oscilatorie amortizată are amplitudinea dependentă de timp, de forma $\mathrm{A(t)} = \mathrm{A_0 e^{-\frac{b}{2m}t}}$ și pulsația $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$, unde A_0 și b sunt constante. La momentul inițial $x_0 = 4$ cm și $v_0 = 0$.

a) Calculează constantele A_0 și b.
b) Scrie expresia funcției care reprezintă dependența elongației de timp, pentru oscilația amortizată.
c) Cunoscând expresia forței de frecare, care amortizează oscilația, $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$ și raza bilei, $r = 5$ cm, determină coeficientul de vâscozitate η.

Subiectul III (unde mecanice): (10 puncte)

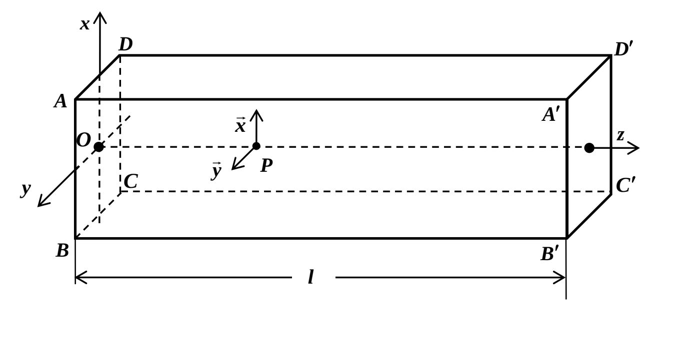

Figura III.1. Mediu elastic de formă paralelipipedică

Două unde mecanice plane transversale, având aceeași frecvență ν și aceeași fază inițială φ_0, se propagă în sensuri opuse de-a lungul axei Oz prin mediul elastic de formă paralelipipedică prezentat în **Figura III.1**, cu viteza c.

Prima undă are sursa plasată în planul $ABCD$ (planul Oxy), se propagă în sensul pozitiv al axei Oz, are amplitudinea A_x și vectorul de vibrație $\vec{x}$ paralel cu axa Ox, pe toată distanța de propagare.

A doua undă are sursa plasată în planul $A'B'C'D'$, aflat la distanța $l = 2c/\nu$ față de planul $ABCD$, se propagă în sensul negativ al axei Oz, are amplitudinea A_y și vectorul de vibrație $\vec{y}$ paralel cu axa Oy, pe toată distanța de propagare prin mediul elastic.

Se consideră că cele două unde sunt complet absorbite în urma interacțiunii lor cu suprafețele $A'B'C'D'$, și, respectiv, $ABCD$, situate la capetele opuse ale mediului de propagare, în raport cu pozițiile celor două surse.

a) Să se scrie ecuațiile elongațiilor celor două unde în raport cu sistemul de coordonate $Oxyz$.

Fie P un punct al mediului de propagare aflat, în absenta perturbațiilor, pe axa Oz, la o distanță z oarecare față de originea axei.

b) Să se determine ecuația traiectoriei punctului P sub acțiunea celor două unde și să se reprezinte grafic forma generală a acestei traiectorii.

c) Să se determine valorile coordonatelor z ale pozițiilor punctului P pentru care traiectoria acestuia este o dreaptă; să se reprezinte apoi grafic aceste traiectorii pentru primele două poziții, considerate în sensul crescător al coordonatei z.

Subiecte propuse de:
Lector dr. Mihai VASILESCU, Fac. de fizică. UBB, Cluj-Napoca,
prof. Liviu ROTARIU, Colegiul Național „Mihai Eminescu" Satu Mare,
prof. Leonaș DUMITRAȘCU, Lic „Şt. Procopiu" Vaslui,
prof. dr. Constantin COREGA, CNER, Cluj-Napoca.