

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ "EVRIKA"

Clasa a XI-a

Problema I (10 puncte)

La plimbare

O mărime caracteristică unui corp care se rotește în jurul unui ax este momentul său de inerție J . Pentru un corp alcătuit dintr-o colecție de k puncte materiale având fiecare masa m_k și distanța r_k față de axul de rotație, momentul de inerție este definit ca suma $J = \sum m_k \cdot r_k^2$.

Atunci când un corp punctiform cu masa m care se poate deplasa de-a lungul unei orizontale este supus unei forțe de revenire $F = -k \cdot x$, ecuația care-i descrie mișcarea este $m \cdot a = -k \cdot x$. Mișcarea descrisă de această ecuație este o mișcare oscilatorie armonică având perioada $T = 2\pi\sqrt{m/k}$. Tot astfel, dacă o bară omogenă care se poate roti într-un plan vertical în jurul unuia dintre capetele sale este supusă acțiunii momentului greutății sale $m \cdot g \cdot d \cdot \sin \alpha$, perioada micilor oscilații ale barei este $T = 2\pi\sqrt{J/m \cdot g \cdot d}$. În expresia anterioară d este distanța de la centrul de greutate la axa de rotație, iar α este unghiul de deviație a barei față de poziția de echilibru.

- Determină expresia momentului de inerție pentru o bară omogenă care are masa m și lungimea l și care se rotește în jurul unui ax care trece printr-unul din capetele sale.
- Determină expresia perioadei de oscilație a barei omogene care oscilează în jurul unui ax care trece printr-unul din capete, sub acțiunea momentului forței de greutate proprie; sistemul astfel descris se numește pendul fizic.

Un model acceptabil pentru piciorul unei ființe care avansează pășind este pendulul fizic de lungime egală cu lungimea piciorului care oscilează în jurul încheieturii șoldului.

- Ionel se plimbă împreună cu pisica și cu cățelul său. Estimează lungimile picioarelor celor trei „plimbăreți” și calculează frecvențele lor de pășire ν (numărul de pași pe secundă), corespunzătoare mersului normal.
- Pentru fiecare dintre cei trei „plimbăreți” estimează lungimea pasului prin comparație cu lungimea piciorului și determină valoarea vitezei „de plimbare”.

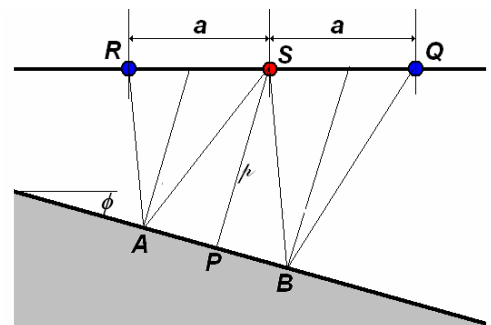
Problema a II-a (10 puncte)

Prospecțiune geologică

La suprafața de separare a două straturi alcătuite din roci diferite, o undă seismică incidentă se dividează, formând atât o undă transmisă cât și o undă reflectată.

„Metoda reflexiei” este un procedeu de prospecțiune geologică în care se folosește comportarea unei unde seismice la interfața straturilor geologice.

Problema de față îți propune să analizezi posibilitatea localizării în interiorul pământului, a unui strat de rocă având fața de sus plană și înclinată în raport cu suprafața, considerată plană și orizontală, a pământului. În figura alăturată, suprafața pământului este reprezentată – în secțiune verticală – de dreapta RQ , iar suprafața stratului de rocă este reprezentată de dreapta AB .



Undele seismice datorate unei explozii produse în punctul S , aflat pe suprafața Pământului sunt detectate cu două aparate așezate pe suprafața pământului, în punctele R și Q . Cele două detectoare sunt situate la distanțe egale, $a = 100\text{ m}$ de punctul în care se produce explozia. Consideră situația simplă în care sursa exploziei și detectorii se află într-un plan perpendicular pe muchia unghiului diedru determinat de suprafața pământului și suprafața stratului de rocă. Dacă explozia se produce la momentul t_0 , unul dintre detectori înregistrează un șoc seismic la momentul $t_1 = t_0 + 0,025\text{ s}$ și un alt șoc la $t_2 = (t_0 + \sqrt{3}/40)\text{ s} \cong t_0 + 0,043\text{ s}$. Celălalt detector înregistrează două șocuri, la momentele $t_1 = t_0 + 0,025\text{ s}$ și $t_2' = (t_0 + \sqrt{7}/40)\text{ s} \cong t_0 + 0,066\text{ s}$.

Determină:

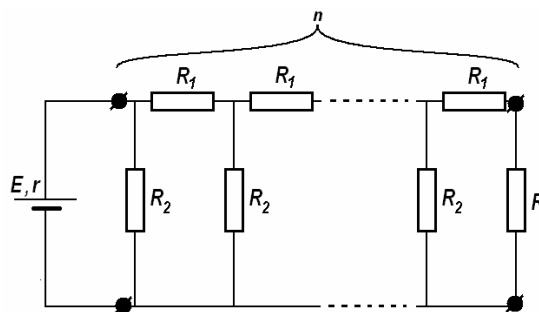
- distanța $p = |SP|$ dintre punctul în care a avut loc explozia și suprafața stratului de rocă;
- valoarea unghiului diedru dintre suprafața local orizontală a Pământului și suprafața stratului de rocă.

În rezolvare poți – eventual – considera că undele seismice ajunse la cei doi detectorii plasați în R și Q „par să vină” de la o sursă imaginară – simetrica sursei reale față de dreapta AB .

Problema a III-a (10 puncte)

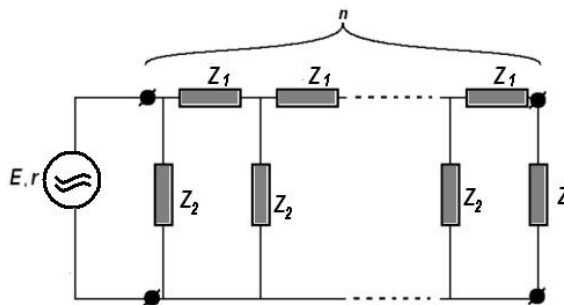
A.C.D.C.

Consideră circuitul electric a cărui diagramă este prezentată în figura alăturată. Rezistorii din acest circuit au valorile rezistențelor electrice $R = 17\ \Omega$, $R_1 = 1\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$. Rezistența internă a sursei are valoarea $r = 3\ \Omega$, iar tensiunea electromotoare a sursei este $E = 10\text{ V}$. Secțiunea alcătuită din rezistorii cu rezistențele electrice R_1 și R_2 se repetă de $n = 11$ ori.



- Determină valoarea intensității curentului electric care trece prin rezistorul cu rezistența electrică R .
- Calculează valoarea intensității curentului electric prin rezistorul cu rezistența electrică R , dacă secțiunea se repetă de un număr infinit de ori.

Circuitul electric se modifică prin înlocuirea sursei de curent continuu cu o sursă de curent alternativ sinusoidal, cu amplitudinea tensiunii electromotoare $E = 10\text{ V}$ și cu rezistența internă $r = 3\ \Omega$. Rezistorii cu rezistențele electrice R , R_1 , R_2 se înlocuiesc respectiv cu o bobină ideală cu inductanța $L = 0,03\text{ H}$, cu un ansamblu serie alcătuit dintr-un condensator cu capacitatea $C_1 = 0,016\text{ F}$ ($\cong 29/1800\text{ F}$) și un rezistor cu rezistența electrică $R_1 = 1,55\ \Omega$ ($\cong 45/29\ \Omega$) și respectiv o bobină reală cu inductanța $L_2 = 0,02\text{ H}$ și rezistența $R_2 = 2\ \Omega$, așa cum este ilustrat în diagrama din figura alăturată.



- Determină valorile impedanțelor Z , Z_1 , Z_2 și ale defazajelor pentru fiecare dintre acestea, dacă pulsația sursei de tensiune este $\omega = 100\text{ rad/sec}$.
- Determină valoarea intensității curentului electric care trece prin impedanța Z din acest circuit.
- Calculează valoarea puterii active debitate pe impedanța Z .

Subiect propus de:

Prof. Delia DAVIDESCU – Centrul Național de Evaluare și Examinare – Ministerul Educației
Cercetării, Tineretului și Sportului

Dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București

Prof. Ion TOMA – Colegiul Național „Mihai Viteazul” - București