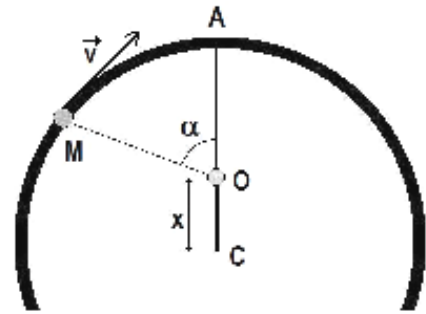


Problema I (10 puncte)

Spectatori la curse moto

O pistă circulară de curse pentru motociclete are raza R , ceva mai mare decât 300 m . Un motociclist se deplasează cu motocicleta M pe pistă, cu o viteză \vec{v} având valoarea constantă 90 km/h . Motocicleta M emite un sunet cu frecvența $f = 150\text{ Hz}$.

Cursa este urmărită de observatorul O poziționat pe raza AC la distanța x de centrul geometric C al pistei circulare. Poziția motocicletei este descrisă de unghiul pe care raza AC îl face cu direcția de observare OM (vezi figura alăturată).



Presupune că motocicleta și observatorul pot fi considerate puncte materiale și că viteza sunetului în aer este $c = 300\text{ m/s}$.

- Determină diferența dintre frecvența cea mai ridicată și frecvența cea mai scăzută a sunetelor pe care le aude observatorul aflat în centrul geometric C al pistei circulare, atunci când privește motocicleta care se deplasează pe pistă.
- Observatorul stă foarte aproape de pistă, în punctul A . Determină distanța dintre observator și motocicleta în momentul în care observatorul aude sunetul cu frecvența cea mai ridicată și respectiv, în momentul în care observatorul aude sunetul cu frecvența cea mai scăzută.
- Când se află la distanța $R/2$ de centrul geometric al pistei, observatorul O percepe sunetul emis de motocicleta ca având o frecvență maximă f_m , atunci când sunetul sosește după o direcție ce formează unghiul α cu raza AC . Determină valoarea unghiului α și a frecvenței f_m .
- Consideră o nouă situație, în care viteza motocicletei devine $2\vec{v}$, și în care observatorul își menține poziția indicată la punctul c. Determină valorile unghiurilor dintre direcțiile AC și OM , pentru situațiile în care frecvența sunetului perceput de observator are aceeași valoare cu cea a frecvenței maxime f_m , determinată la punctul c.

a
x

Problema a II-a (10 puncte)

Unde ... de albină

O albină ce stă pe un ram, foarte aproape de suprafața liniștită a unui lac, bate sincron din aripi cu frecvența $f = 100\text{ Hz}$.

Vârfulurile aripilor albinei ating suprafața apei în două mici zone, determinând apariția a două mișcări oscilatorii armonice, de egală frecvență f , care au amplitudinile egale $A_{10} = A_{20} = A_0 = 1\text{ mm}$ (vezi figura alăturată). Presupune că pentru fiecare front de undă, energia undelor de suprafață este direct proporțională cu produsul dintre lungimea acestui front de undă și cu pătratul amplitudinii corespunzătoare și că nu există o absorbție în apă a energiei undelor.



- 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 distribuția 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.

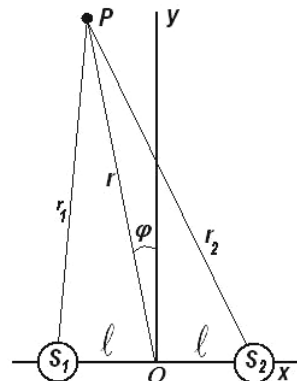
Consideră că fiecare aripă a albinei atinge apa pe o zonă circulară, un disc, cu raza $a = 1 \text{ mm}$ și că vibrația aripilor este echivalentă cu existența pe suprafața apei a două surse de unde S_1 și S_2 , oscilând fiecare conform legilor de mișcare $z_{S1}(t) = A_{10} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$; $z_{S2}(t) = A_{20} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$. Consideră de asemenea că de la cele două surse S_1 și S_2 se propagă, la suprafața apei, în toate direcțiile unde transversale cu lungimea de undă $\lambda = 3 \text{ mm}$.

a. Determină valoarea raportului dintre amplitudinea oscilației induse de sursa S_1 într-un punct de pe suprafața apei aflat la distanța $a' = 22,5 \text{ cm}$ de sursa S_1 și amplitudinea oscilației acestei surse.

b. Consideră un punct P pe suprafața apei, situat la distanțele r_1 , respectiv r_2 de cele două surse (vezi figura alăturată). Scrie ecuațiile $z_{1P}(r_1, t)$ și respectiv $z_{2P}(r_2, t)$ ale celor două unde provenite de la sursele S_1 și S_2 și care ajung în punctul P .

c. Dedu ecuația oscilației rezultante a punctului P , indusă de acțiunea simultană a celor două surse S_1 și S_2 . Consideră că pentru punctul P distanța $PO = r$ este mult mai mare decât ℓ . Exprimă rezultatul în funcție de $A_0, a, r, \lambda, r_1, r_2$ și t .

d. Arată că la suprafața apei se obține fenomenul de interferență staționară. Precizează pozițiile nodurilor și ventrelor în plan printr-un desen aproximativ. Cunoști că $2\ell = 11 \text{ mm}$.



Notă: Dacă vei considera necesar poți ține cont că hiperbola este locul geometric din plan al punctelor cu proprietatea că diferența distanțelor de la acestea la două puncte fixe ale planului este constantă.

e. Consideră că pentru punctele aflate pe segmentul de dreaptă $S_1 S_2$, unde le care sosesc de la cele două surse au amplitudini egale, A_0 . Determină pozițiile punctelor de pe segmentul de dreaptă $S_1 S_2$ în care amplitudinea oscilației este maximă, respectiv minimă. Realizează o schiță în care segmentul de dreaptă $S_1 S_2$ să fie desenat orizontal și pe el să fie marcate prin puncte pozițiile minimelor și prin segmente verticale pozițiile maximelor. În realizarea schiței ține cont de valorile numerice pe care le-ai determinat la acest punct la problemei.

Problema a III-a (10 puncte)

Casa solară

O „casă solară” este alimentată cu energie electrică și termică provenită de la Soare. Pentru aceasta, acoperișul „casei solare” este placat cu panouri solare electrice și cu panouri solare termice.

Soarele trimite normal pe suprafața Pământului, în fiecare secundă și pe fiecare metru pătrat un flux de energie $p = 1200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Un panou solar electric este un ansamblu de celule solare ce transformă energia solară în energie electrică. O celulă solară, cu aria $A = 4 \text{ cm}^2$ este un dispozitiv echivalent cu o baterie având tensiunea electromotoare $E = 0,48 \text{ V}$, rezistența internă neglijabilă și randamentul $\eta_E = \frac{\text{Energia electrică}}{\text{Energia solară}} = 20\%$.

Un panou solar termic transformă energia solară în energie termică, încălzind apă ($c_{\text{apa}} = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) de la 15°C la 60°C cu randamentul $\eta_T = \frac{\text{Energia termică}}{\text{Energia solară}} = 50\%$.

Consumatorii electrici din casă (conectați în paralel) funcționează la o tensiune nominală $U = 12 \text{ V}$. Casa are nevoie de o putere electrică de 1200 W în fiecare dintre cele $t = 12$ ore ale zilei și respectiv de 1200 W în fiecare dintre cele



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 distribuția 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.

$t = 12$ ore ale nopții. Energia electrică poate fi stocată – cu pierderi neglijabile – ziua, pentru consumul de noapte, dar energia termică nu se stochează. Puterea necesară încălzirii – ziua sau noaptea – este de $P_{\text{util,termic}} = 1200 \text{ W}$.

- a. Stabilește o configurație funcțională de celule pentru panourile solare care furnizează energia electrică necesară casei solare. Indică numărul de celule solare utilizate și modul de conexiune a acestora.
- b. Determină masa maximă de apă fierbinte, la 60°C pe care ar putea-o furniza ziua panourile solare termice, dacă suprafața totală disponibilă a acoperișului pentru panourile electrice și termice este $\Sigma = 40 \text{ m}^2$.
- c. Determină cât ar trebui să fie valoarea raportului dintre aria panourilor solare electrice și aria panourilor termice, strict necesar a fi folosite, dacă noaptea energia termică este furnizată din încălzire electrică. Presupune că nivelul consumului aparatelor electrice din casă (altele decât cele pentru încălzire) rămâne cel descris în enunț și că energia electrică este convertită fără pierderi în energie termică.

Un tip de panou solar termic (altul decât cel despre care s-a vorbit la punctele anterioare ale problemei) este un recipient paralelipipedic cu pereții negri, plin cu apă, având un capac asemănător unei ferestre duble prin care pătrund razele soarelui. Recipientul are pereți perfect izolați din punct de vedere termic. Capacul reprezintă „un perete” între panou și exterior; prin acest perete panoul pierde căldură. Căldura Q care trece în timpul τ printr-un perete de grosime constantă și mică dintre două sisteme este dependentă de aria S a peretelui, de diferența de temperatură $\Delta\theta$ dintre fețele peretelui și de caracteristicile peretelui (prin constanta de dispozitiv K). Expresia sa matematică este $Q = K \cdot S \cdot \Delta\theta \cdot \tau$.

- d. Atunci când temperatura exterioară este $\theta_{\text{ext},1} = 20^\circ\text{C}$, iar temperatura apei din recipient este $\theta_{\text{panou}} = 60^\circ\text{C}$ panoul expus la Soare funcționează cu randamentul $\eta_1 = 50\%$. Determină randamentul panoului solar termic, atunci când temperatura exterioară devine $\theta_{\text{ext},2} = 0^\circ\text{C}$ și toate celelalte caracteristici ale panoului rămân neschimbate.

Subiect propus de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației Cercetării și Inovării

Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București

Ioan POP – Colegiul Național „M Eminescu” – Satu Mare

- 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.*