

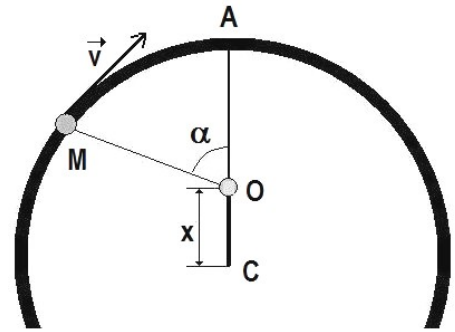
I. feladat (10 pont)

Nézők a motorkerékpár versenyen

Egy kör alakú motorkerékpár versenypálya sugara R , valamivel nagyobb mint 300 m . Egy motorkerékpáros motorjával (M) ezen a pályán halad, v sebességgel, melynek értéke állandó, 90 km/h . A motorkerékpár (M) állandó, $f = 150\text{ Hz}$ frekvenciájú hangot bocsát ki.

O megfigyelő az AC sugár mentén helyezkedik el, x távolságra a körpálya C mértani középpontjától és innen követi a versenyt. A motorkerékpár helyzetét az a szög írja le amit az AC sugár az OM egyenessel zár be (lásd a mellékelt ábrát).

Tételezd fel, hogy a motorkerékpár is és a megfigyelő is anyagi pontnak tekinthető valamint azt hogy a hang terjedési sebessége a levegőben $c = 300\text{ m/s}$.



a. Határozd meg azon legnagyobb és legkisebb hangfrekvenciák különbségét amiket a körpálya C mértani középpontjában álló megfigyelő észlel ha a körpályán haladó motorkerékpár irányába néz.

b. A megfigyelő egy, a pályához nagyon közeli A pontban áll. Határozd meg a megfigyelő és a motorkerékpár közti távolságot abban a pillanatban amikor a megfigyelő a legnagyobb frekvenciájú hangot illetve amikor a legkisebb frekvenciájú hangot hallja.

c. A mértani középponttól $R/2$ távolságra álló O megfigyelő a motorkerékpár által kibocsátott hang frekvenciáját $f_{\max}$ maximálisként érzékeli akkor, ha a hang abból az irányból érkezik amely az AC sugárral α szöget zár be. Határozd meg az α szög valamint az $f_{\max}$ maximális frekvencia értékét.

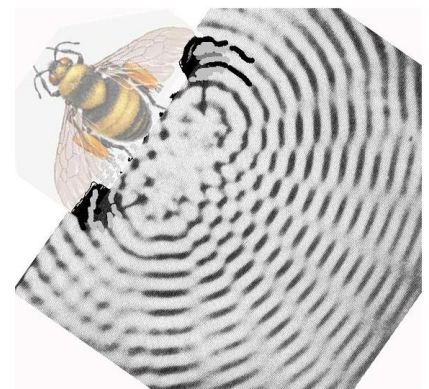
d. Tekints egy új helyzetet, amikor is a motorkerékpár sebessége $2v$, a megfigyelő pedig megtartja a c. pontnak megfelelő helyzetét. Határozd meg az AC és OM irányok által bezárt szögek értékeit azokban az esetekben amikor a megfigyelő által észlelt hangfrekvencia értéke megegyezik a c. pontban meghatározott $f_{\max}$ maximális értékkel.

II. Feladat (10 pont)

Méhecske ... hullám

Egy méhecske egy ágon áll, nagyon közel egy tó sima víztükréhez. A szárnyaival szinkronban, $f = 100\text{ Hz}$ frekvenciával csapkod.

A méhecske szárnyainak hegyei nagyon kis felületen érintik a vízfelszínt, ezáltal két azonos frekvenciájú és egyenlő amplitúdójú $A_{10} = A_{20} = A_0 = 1\text{ mm}$ harmonikus rezgőmozgást hoznak létre. (lásd a mellékelt ábrát). Feltételezd, hogy mindegyik hullámfront esetében a felületi hullámok energiája egyenesen arányos a hullámfront hosszának és a neki megfelelő amplitúdó négyzetének szorzatával és, hogy a vízben nem nyelődik el a hullámok energiája.



1. Mindhárom feladatot külön lapra oldjátok meg, minden lapot külön kell titkosítani.
2. Egy feladaton belül az a, b, c alpontokat tetszőleges sorrendben dolgozhatjátok ki.
3. A rendelkezésre álló idő a feladatlapok kiosztásától számítva 3 óra.
4. Csak nem programozható zsebszámológépet használhattok.
5. Minden feladatot 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Ezen pontok összege a végső pontszám.

Feltételezd, hogy a méhecske mindkét szárnya a vízfelszínt egy $a = 1\text{ mm}$ sugarú körnek megfelelő területen érinti és, hogy a szárnyak rezgése egyenértékű a vízfelszínen található S_1 és S_2 hullámforrásokkal, melyek rezgésegyenletei $z_{S1}(t) = A_{10} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$; $z_{S2}(t) = A_{20} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$. Hasonlóan feltételezd, hogy a két S_1 és S_2 hullámforrástól a víz felszínén minden irányban $\lambda = 3\text{ mm}$ hullámhosszú transzverzális hullám terjed.

a. Határozd meg az S_1 hullámforrás által a víz felszínén, tőle $a' = 22,5\text{ cm}$ távolságra létrehozott rezgés amplitúdójának és a hullámforrás amplitúdójának arányát.

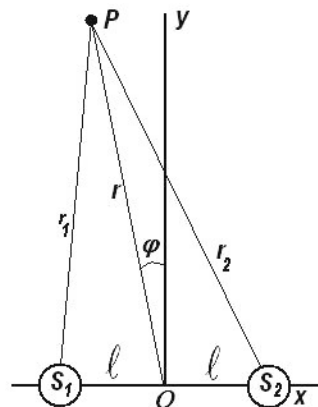
b. Feltételezd, hogy a víz felszínén található P pont r_1 , valamint r_2 távolságra található a két rezgésforrástól (lásd az ábrát). Írd fel a P pontba, az S_1 és S_2 rezgésforrásoktól érkező hullámok $z_{1P}(r_1, t)$ valamint $z_{2P}(r_2, t)$ egyenletét.

c. Vezesd le a P pontban keletkező rezgés egyenletét, mely a két S_1 és S_2 rezgésforrás egyidejű hatására jön létre. Feltételezd, hogy a $PO = r$ távolság sokkal nagyobb mint az ℓ . Fejezd ki az eredményt $A_0, a, r, \lambda, r_1, r_2$ és t függvényében.

d. Mutasd ki, hogy a víz felszínén állóhullámok alakulnak ki. Ábrázold egy megközelítő rajz segítségével a csomópontok és orsópontok helyzetét. Ismered, hogy $2\ell = 11\text{ mm}$.

Megjegyzés: Ha szükségesnek találod, figyelembe veheted, hogy a hiperbola azon síkbeli pontok mértani helye melyek távolságainak különbsége a sík két rögzített pontjától állandó.

e. Feltételezd, hogy az $S_1 S_2$ szakaszon található pontokban, a két rezgésforrástól érkező hullámok amplitúdója azonos A_0 . Határozd meg az $S_1 S_2$ szakasz azon pontjainak helyzetét, melyekben a rezgés amplitúdója maximális illetve minimális. Ábrázold vízszintesen az $S_1 S_2$ szakaszt és tüntesd fel rajta pontokkal a minimumok, valamint függőleges szakaszokkal a maximumok helyzetét. A rajz elkészítésénél vedd figyelembe ezen alpont keretén belül meghatározott számértékeket.



III. feladat (10 pont)

Napenergiás ház

Egy „napenergiás ház” elektromos és hőenergia szükségletét a Nap biztosítja. Ezért a „napenergiás ház” fedelét elektromos energiát szolgáltató napelemmodulokkal és hőenergiát szolgáltató napkollektorokkal borítják be. A Nap, a földfelszínre merőlegesen, minden másodpercben négyzetméterenként $p = 1200\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ energiafluxust küld.

Egy elektromos napelemmodul olyan napelemcellákból kialakított modul, amely a napenergiát elektromos energiává alakítja át. Egy napelemcella, melynek felülete $A = 4\text{ cm}^2$, egyenértékű egy $E = 0,48\text{ V}$ elektromotoros feszültségű,

elhanyagolható belső ellenállású és $\eta_E = \frac{\text{elektromos energia}}{\text{napenergia}} = 20\%$

hatásfokú elemmel.

A hőenergiát szolgáltató napkollektor a napenergiát hőenergiává alakítja úgy, hogy a vizet ($c_{\text{apa}} = 4200\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

15°C -ról 60°C -ra melegíti, $\eta_T = \frac{\text{hő energia}}{\text{napenergia}} = 50\%$ hatásfokkal.

A házban található elektromos fogyasztók (ezek párhuzamosan vannak kapcsolva) $U = 12\text{ V}$ névleges feszültségen működnek. A ház elektromos teljesítmény szükséglete 1200 W a nappal mind a $t = 12$ órájában illetve 1200 W az éjszaka mind a $t = 12$ órájában. Az elektromos energiát minimális veszteséggel lehet tárolni nappal - éjszakai használatra, a hőenergiát viszont nem tárolják. A fűtéshez szükséges teljesítmény – éjjel vagy nappal - $P_{\text{util,termic}} = 1200\text{ W}$.

a. Állapítsd meg egy működőképes konfigurációját a napelemmodulnak amely a ház elektromos energia szükségletét biztosítani tudja. Add meg a modult alkotó napelemcellák számát és ezek kapcsolási módját.

b. Határozd meg a maximális tömegét a 60°C -os forró víznek amit napközben tudna szolgáltatni a napkollektor, ha a napelemmodulok és napkollektorok számára a háztetőn az elérhető teljes felület $\Sigma = 40\text{ m}^2$.



- Mindhárom feladatot külön lapra oldjátok meg, minden lapot külön kell titkosítani.
- Egy feladaton belül az a, b, c alpontokat tetszőleges sorrendben dolgozhatjátok ki.
- A rendelkezésre álló idő a feladatlapok kiosztásától számítva 3 óra.
- Csak nem programozható zsebszámológépet használhattok.
- Minden feladatot 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Ezen pontok összege a végső pontszám.

c. Határozd meg, mennyi kellene legyen a napelemmodulok illetve a napkollektorok felületeinek szigorúan szükséges aránya, ha éjszaka a hőenergiát elektromos melegítéssel állítják elő. Tételezd fel, hogy a házban található elektromos készülékek (a fűtéshez használatos készülékeken kívül) fogyasztási szintje megegyezik a feladatban leírtakkal és az elektromos energia veszteség mentesen alakítható át hőenergiává.

Egy bizonyos fajta napkollektor (más, mint az amiről az előbbieken szó volt) egy hasáb alakú, vízzel telt edény, fekete oldalfalakkal. Az edény egy dupla ablakszerű fedővel rendelkezik amin keresztül a napsugarak az edény belsejébe jutnak. Az edény falai tökéletesen hőszigeteltek. A fedő úgy tekinthető mint egy „fal” a napkollektor és a környezet között. Ezen keresztül a napkollektor hőt veszít. A τ idő alatt egy állandó vastagságú vékony falon két rendszer között áthaladó Q hőmennyiség függ a fal S felületétől, a fal két oldala közti $\Delta\theta$ hőmérséklet különbségtől valamint a fal jellemzőitől (a K állandó, ami a berendezésre jellemző). Ennek matematikai kifejezése $Q = K \cdot S \cdot \Delta\theta \cdot \tau$.

d. Ha a külső hőmérséklet értéke $\theta_{\text{ext},1} = 20^\circ\text{C}$, míg az edényben található víz hőmérséklete $\theta_{\text{panou}} = 60^\circ\text{C}$, a napsugaraknak kitett napkollektor hatásfoka $\eta_1 = 50\%$. Határozd meg a napkollektor hatásfokát akkor, ha a külső hőmérséklet $\theta_{\text{ext},2} = 0^\circ\text{C}$ lesz és a napkollektor többi jellemzője változatlan marad.

Javasolták:

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

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

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

-
5. Mindhárom feladatot külön lapra oldjátok meg, minden lapot külön kell titkosítani.
 6. Egy feladaton belül az a, b, c alpontokat tetszőleges sorrendben dolgozhatjátok ki.
 7. A rendelkezésre álló idő a feladatlapok kiosztásától számítva 3 óra.
 8. Csak nem programozható zsebszámológépet használhattok.
 5. Minden feladatot 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Ezen pontok összege a végső pontszám.