

A Mindennapok fizikája (MIFIZ)

Az alábbiakban a MiFiz-feladatokból mutatjuk be a XI. osztály számára Kovács Zoltán által összeállított feladatokat. (A versenyen a váltakozó áramú feladat kimaradt, helyette Czilli Péter kísérlete került be.)

I. KÍSÉRLET

Rendelkezésre álló eszközök: különböző frekvenciájú **hangvillák**, kb. 4cm átmérőjű, és kb. 30cm hosszú **műanyag cső**, 40cm hosszú **mérőléc**, vagy mérőszalag, **ceruza**, vízzel telt magasabb **edény** (a benne lévő vízszint legalább 20cm legyen).

Határozzuk meg a rendelkezésre álló eszközökkel a hang c terjedési sebességét levegőben!



Az eljárás menete:

- A cső egyik végét belemerítjük a vízbe, a másik végéhez rendre odatartjuk a megpengetett hangvillákat.
- A cső merülési mélységét folyamatosan változtatva megkeressük azt a helyzetét, amikor beáll a rezonancia, vagyis a hangvilla hangja felerősödik, és ceruzával megjelöljük a csövön a víz szintjét.
- Lemérjük a víz felszíne fölötti cső hosszát, az L -t.

Számítások:

Tudva, hogy a cső egy nyitott végű sípként működik, amelyben az állóhullám a cső szabad végén orsópontot, a víz felszínén meg csomópontot alakít ki, a cső víz feletti hossza a hang hullámhosszának a negyedével egyenlő, azaz $\lambda = 4L$. A hangvilla másodpercenként a frekvenciájával számszerűen egyenlő teljes rezgést végez, vagyis egy másodperc alatt ennyi hullámhossznyi távolságot fut be a hang: $c = \lambda\nu = 4L\nu$.

ν	L	λ	c	$\langle c \rangle$
Hz	m	m	m/s	m/s

30 pont

II. Elméleti kérdések

- Képzeljünk el egy olyan légmentes alagutat, amely a Föld sarkait kötné össze.
 - Bizonyítsuk be, hogy a kő, amelyiket egy ilyen képzeletbeli alagútba ejtenénk harmonikus rezgőmozgást végezne!
 - Mekkora lenne a kő maximális sebessége?
 - Írjuk fel a mozgás rezgésegyenletét!

30 pont

2. Egy 100Ω -os ohmikus ellenállást, egy $50\mu F$ kapacitású kondenzátort, és egy $0,4H$ önindukciójú (induktivitású), elhanyagolható ohmikus ellenállású tekercset sorba kapcsolunk egy $220V$ -os, $50Hz$ frekvenciájú, szinuszosan váltakozó feszültségre.

- Mekkora az áramkör eredő ellenállása (impedanciája)?
- Írjuk fel az áramkörben folyó áram függvényét analitikus alakban! (A feszültség kezdőfázisát vegyük nullának!)
- Oldjuk meg a feladatot Excel táblázatban a paraméterek különböző értékei mellett!

30 pont

A feladatok megoldásai

1. feladat

a) Az alagútba ejtett kő harmonikus rezgőmozgást végezne

b) Az alagútban található m tömegű kőre a Föld tömegének az az M része hat, ami a kő helyzetétől számítva a Földből megmarad. (A kő fölötti mindenkori gömbhøj tömegének tömegvonzásának eredő hatása nulla, amit szintén bizonyítani lehet.) A tömegvonzási erő a kő m tömege, meg a középpontba képzelt „maradék” M Földtömeg között lép fel. Ez az erő a középponttól mért r távolsággal arányos, tehát rugalmas jellegű erőnek tekinthető. Rugalmas erő hatása alatt pedig a test harmonikus rezgőmozgást végez. A kőre ható mindenkori F tömegvonzási erő: $F = k \cdot m \cdot M / r^2 = k \cdot m \cdot \rho(4/3)\pi r^3 / r^2 = C \cdot r$, ahol M a maradék Földtömeg: $M = \rho(4/3)\pi r^3$.

c) Ismert, hogy a harmonikus rezgőmozgás az egyenletes körmozgás vetületének tekinthető. A Föld középpontján áthaladó kő sebessége a Föld felszínén a Föld középpontja körül az első kozmikus sebességgel köröző anyagi pont sebességének vetülete. Tehát, a kő maximális sebessége éppen az első kozmikus sebesség: $mg = mv^2/R$, ahonnan: $v = (g \cdot R)^{1/2} = 7,9$ km/s, ahol g – a nehézségi gyorsulás a Föld felszínén, R – a Föld sugara.

2. feladat

a) $Z = ((R^2 + (X_L - X_C)^2)^{1/2} = ((R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2)^{1/2} = ((R^2 + (2\pi\nu L - 1/2\pi\nu C)^2)^{1/2} = (100^2 + (2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,4 - 10^6/314 \cdot 50)^2)^{1/2} = (10^4 + (125,6 - 63,6)^2)^{1/2} = (10^4 + (62)^2)^{1/2} = (10000 + 3844)^{1/2} = 13844^{1/2} = 117,7\Omega$

b) Az áramkör induktív jellegű ($X_L > X_C$), így az áramerősség analitikus alakja:

$i = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\omega t - \varphi) = \sqrt{2} \cdot (U/Z) \cdot \sin(314 \cdot t - \arctg((X_L - X_C)/R)) = \sqrt{2} \cdot (220/117,7) \cdot \sin(314 \cdot t - \arctg(62/100)) = \sqrt{2} \cdot (220/117,7) \cdot \sin(314 \cdot t - \arctg(62/100)) = \sqrt{2} \cdot 1,86 \cdot \sin(314 \cdot t - 0,55) = 2,63 \cdot \sin(314 \cdot t - 2 \cdot \pi/11,31)$.

A feszültség analitikus alakja nulla kezdőfázissal:

$u = \sqrt{2} \cdot 220 \cdot \sin(314 \cdot t) = 310,2 \cdot \sin(314 \cdot t)$. Az áramerősség késik a feszültséghez képest $0,55$ radiánnal ($31,8$ fokkal).

c) Az Excel táblázat oszlopaiba beírjuk az adatokat, az utolsó oszlopába pedig az impedancia kiszámításának a képletét a megfelelő szintaxist használva. Ha az oszlopok adatait egy kivételével változtatlanul hagyjuk, akkor az impedancia értékét annak az egy változónak a függvényében kapjuk meg, amely változó értékekkel szerepelt. Az áramerősség és a feszültség kiszámításához a t -nek adunk növekvő értékeket a neki megfelelő oszlopban, majd a függvényeket grafikusán is ábrázolhatjuk.

Kovács Zoltán