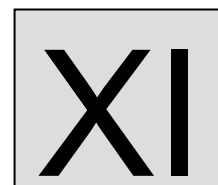


Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

I. Feladat (10 pont)

Utánfutó felfüggesztésének egy modellezése

Egy utánfutó rakfelülete egyetlen kerékre támaszkodik. A kerék tengelye és a rakfelület közé van beiktatva a felfüggesztés. A felfüggesztés egy k rugalmas állandójú, ℓ_0 nyújtatlan hosszúságú rugóból valamint egy lengéscsillapítóból áll. A lengéscsillapító egy függőleges, nagy viszkozitású olajjal töltött henger, melyben egy dugattyú mozog. A mellékelt ábrán az utánfutó felfüggesztésének vázlatos rajza található, a rajz nem méretarányos. A lengéscsillapító hosszan bármely pillanatban egyenlő a rugó hosszával. ($AB = \ell$). A dugattyú elmozdításához szükséges F erő nagysága arányos a dugattyúnak a hengerhez viszonyított sebességével, $F = h \cdot |\Delta \ell / \Delta t|$. Az utánfutót egy gépkocsi vontatja, amely vízszintes sebességgel mozog. A gépkocsi semmilyen hatást nem fejt ki az utánfutóra függőleges irányban. Tételezd fel, hogy a rakfelület egy M tömegű anyagi pont, a felfüggesztés mindig függőleges helyzetű és tömege elhanyagolható. Az úttest, amelyen az utánfutó halad vízszintes síkfelület, az utánfutó kereke állandóan érintkezik az úttesttel. A gravitációs gyorsulás g .

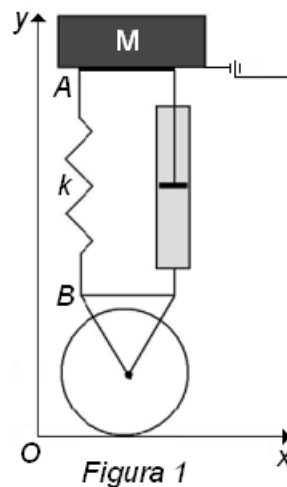
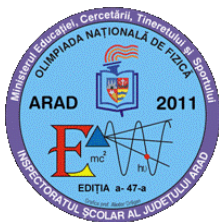


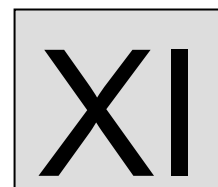
Figura 1

- I. Vedd úgy, hogy a csillapítás elhanyagolható, $h \cong 0$.
 1. Számítsd ki a rugó ℓ_1 hosszát, ha a felfüggesztés egyensúlyban van.
- II. Egy adott pillanatban, amit kezdeti pillanatnak tekintünk, a felfüggesztés A -val jelölt felső vége az egyensúlyi helyzet fölött található y_0 távolságra és sebessége nulla. A csillapítás elhanyagolható, $h \cong 0$.
 2. Add meg az A pont helyzetének kifejezését az idő függvényében.
 3. Ábrázold grafikusán ezt az összefüggést a $t \in [0; 2\pi\sqrt{M/k}]$ intervallumra.
 4. Ábrázold grafikusán a rugó megnyúlását az A pont függőleges sebességének függvényében.
- III. Tételezd fel, hogy a csillapítás már nem nulla és hogy $h = \lambda \cdot \sqrt{M \cdot k}$.
 5. Határozd meg a λ paraméter értékeinek tartományát, amelyekre az A pont helyzetét az idő függvényében az $y(t) = A \cdot e^{\alpha \cdot t} \cdot \cos(\beta \cdot t)$ összefüggés írja le. Vezesd le, erre az esetre, az α csillapítási együttható valamint a $\beta > 0$ „körfrekvencia” kifejezéseit, M , k , λ függvényében.

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételen belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

6. Vázold fel az A pont helyzetének idő függését a $t \in [0; \pi]$ intervallumra, ha h kifejezése $h_0 = 0,32 \cdot \sqrt{M \cdot k}$ és $y(0) = 1,0 \text{ dm}$. A grafikus ábrázoláshoz vedd úgy, hogy $\sqrt{k/M} = 4,0 \text{ s}^{-1}$.

7. Számítsd ki az A pont helyzetét és sebességét a 6. alpont feltételeinek megfelelően, ha $t = \pi/2$

Vedd úgy, hogy $e^{-1} \cong 0,4$. Az $f_1(x) = e^{\alpha \cdot x} \cdot \sin(\beta \cdot x)$ és $f_2(x) = e^{\alpha \cdot x} \cdot \cos(\beta \cdot x)$ függvényekre tudod azt, hogy az x argumentum kis Δx változása a függvény kis, Δx -el arányos változását idézi elő, azaz:

$$\Delta f_1 = e^{\alpha \cdot x} \cdot [\alpha \cdot \sin(\beta \cdot x) + \beta \cdot \cos(\beta \cdot x)] \cdot \Delta x$$

illetve

$$\Delta f_2 = e^{\alpha \cdot x} \cdot [\alpha \cdot \cos(\beta \cdot x) - \beta \cdot \sin(\beta \cdot x)] \cdot \Delta x$$

Javasolták:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – M E C T S

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

II. Feladat (10 pont)

Az axon (tengelynyúlvány) elektromos modellezése.

Az axon (a neuron nyúlványa) egy hengeres membránnal rendelkezik, melyen belül és kívül egy-egy elektromos vezető fluidum található. Az axont ingerelve a membránon egy sugárirányú elektromos áram halad át, a Na^+ és K^+ ionok áthaladásának következtében.

Az axont (tengelynyúlvány) modellezhetjük egy végtelennek tekintett elektromos hálózattal, melynek kapcsolási rajzát a 2. ábra (Figura 2.) szemlélteti. A tengelynyúlvány Δx hosszúságú része, a végtelen elektromos hálózat egy „cellájával” modellezhető, melyben az R_1 a membránon belüli valamint a membránon kívüli fluidum, míg az R_2 a membrán elektromos ellenállását jelöli – a feltételezett rész esetében.

Ha a tengelynyúlvány hossza $\Delta x = 1,0 \mu\text{m}$, akkor az elektromos ellenállások értékei $R_1 = 6,4 \cdot 10^3 \Omega$ és $R_2 = 8,0 \cdot 10^8 \Omega$.

- a. Felhasználva a feladat kijelentésében leírt modellt, határozd meg egyetlen axon R_e elektromos ellenállását.

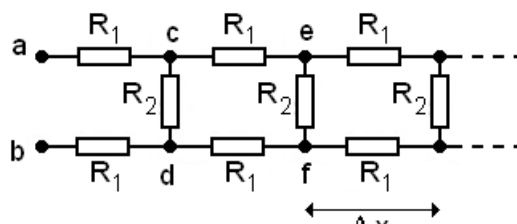
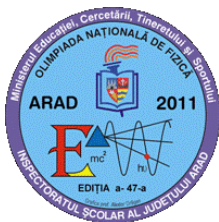
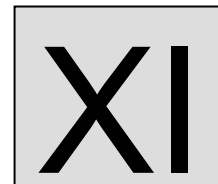


Figura 2

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételben belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

b. A 2. ábrán feltüntetett ellenállás láncot „csillapító lánc” néven ismerjük. Ez az elnevezés azt szemlélteti, hogy az R_2 ellenállás kapcsain mért feszültség annál kisebb, minél távolabb található az adott ellenállás az áramkör a és b kapcsaitól.

Vezesd le az U_n potenciálkülönbség kifejezését az R_2 ellenálláson, ha az adott ellenállás az a és b kapcsoktól számolt n -edik „cella” után következik. Fejezd ki ezt a potenciálkülönbséget a $\beta = \frac{2 \cdot R_1 \cdot (R_e + R_2)}{R_e \cdot R_2}$, az a és b kapcsok között alkalmazott U_{ab} feszültség

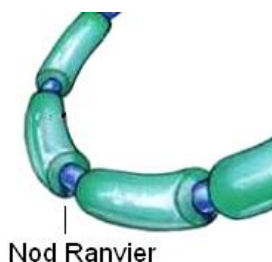
és az n szám függvényében.

c. Számítsd ki hányszor csökken a potenciálkülönbség a tengelynyúlvány membránjának külseje és belseje között, 2,0 mm távolságon.

d. Egyes axonokat úgynevezett myelin (velőhüvely) borít. Az egyes myelin szakaszok hossza kb. 2,0 mm és egymástól az úgynevezett *Ranvier* befűződések (csomók) választják el őket. A myelin egy $\Delta x = 1,0 \mu m$ hosszúságú membránszakasz elektromos ellenállását $R_2' = 3,3 \cdot 10^{12} \Omega$ -ra

növeli meg. Határozd meg, ilyen körülmények között azt, hogy hányszorosára csökken a potenciálkülönbség egy axon külseje és belseje között, két egymásutáni *Ranvier* befűződés között.

e. Egy inger nagy távolságra történő közvetítése során, állapítsd meg melyik típusú axon (myelin réteg nélküli, vagy a réteges myelinnel rendelkező) biztosít az elektromos jel számra egy gyengébb csillapítást. Magyarázd a választ.



Javasolták:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – M E C T S
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București

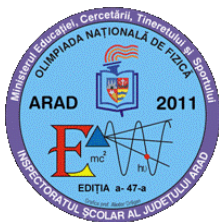
III. Feladat (10 pont)

A légkondicionáló berendezés modellezése.

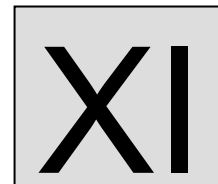
Egy bitermikus kalorikus gép a hideg hőforrással Q_r , a meleg hőforrással Q_c hőt, míg a külső környezettel L mechanikai munkát cserél. Ha a gép egy L mechanikai munkát végez, a Q_c felvett hő és a Q_r leadott hő rovására, akkor a **hőerőgép** nevet viseli, melyet $\eta = L/Q_c$ hatásfok jellemez. Ha a gépen L mechanikai munkát végzünk, Q_r hőt elvonva a hideg hőforrástól és Q_c hőt leadva a meleg hőforrásnak, akkor a gép a **hűtőgép**, vagy a **hőszivattyú** nevet viseli. Mivel a hűtőgép szerepe a hideg hőforrástól történő hőelvonás, a hatékonyságát az $\varepsilon = Q_r/|L|$ összefüggés adja meg. Hasonlóan, mivel a hőszivattyút arra használjuk, hogy hőt adjon le a meleg hőforrásnak, a hatékonyságát az $\varepsilon = Q_c/L$ összefüggéssel határozhatjuk meg.

Ahhoz, hogy egy szoba hőmérsékletét állandó t_1 értéken tartsa, a tulajdonos egy olyan, termosztáttal ellátott légkondicionáló berendezést használ, melynek a hatékonysága fele az ideális berendezés hatásfokának. Amikor a kinti hőmérséklet $t_2 > t_1$, a berendezés el kell vonja azt a hőt is, amely folyamatosan átadódik kintről a szobának a falakon és az ablakokon keresztül. Az

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételen belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.



Olimpiada de Fizică - Etapa națională
30 ianuarie – 4 februarie 2011
Arad



Proba teoretică

időegység alatt, az ablakokon és a falakon átadott közepes hőmennyiséget hőfluxusnak nevezzük ($q = \frac{Q}{\Delta \tau}$), és eleget tesz a $q = \alpha(t_2 - t_1)$ összefüggésnek, ahol az arányossági tényező értéke $\alpha = 2,50 \text{ kW/K}$. A megadott összefüggés érvényes, függetlenül a $t_2 - t_1$ különbség előjelétől.

- a) Nyáron, amikor a berendezés folyamatosan működik, és állandó értéken tartja a szobában a tulajdonos által beállított hőmérsékletet, akkor az áramforrástól felvett közepes teljesítmény $P = 2,00 \text{ kW}$. Tudva, hogy a kinti hőmérséklet $t_2 = 35,0^\circ\text{C}$, határozzuk meg:
- a1) a szobában mért hőmérsékletet (t_1);
 - a2) a légkondicionáló berendezés hatékonyságát ebben az esetben (ϵ).
- b) Amikor a termosztátot $20,0^\circ\text{C}$ -ra állítjuk be, és a kinti hőmérséklet $30,0^\circ\text{C}$, akkor a berendezés csak az időtartam $\beta_1 = 64,0 \%$ -ban működik. Határozzátok meg a kinti maximális ($t_{2, \max}$) hőmérsékletet ($^\circ\text{C}$ -ban kifejezve), úgy, hogy a berendezés még meg tudja tartani a szobában a $20,0^\circ\text{C}$ hőmérsékletet.
- c) Amikor a termosztátot $20,0^\circ\text{C}$ -ra állítjuk be, és a kinti hőmérséklet $10,0^\circ\text{C}$, akkor a berendezés csak az időtartam $\beta_2 = 25,0 \%$ -ban működik. Határozzátok meg a kinti minimális ($t_{2, \min}$) hőmérsékletet ($^\circ\text{C}$ -ban kifejezve), úgy, hogy a berendezés még meg tudja tartani a szobában a $20,0^\circ\text{C}$ hőmérsékletet.

Javaoltta:

Conf. univ. dr. Sebastian POPESCU - Facultatea de Fizică, Universitatea „Al. I. Cuza” Iasi

Fordítótanárok:

Szász Ferenc – „M. Eminescu” Főgimnázium – Szatmárnémeti
Faluvégi Ervin Zoltán – „Silvania” Főgimnázium – Zilah

1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
2. Egy adott tételen belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.

-
1. Az 1, 2, valamint a 3-as tételeket különböző, titkosított lapra kell megoldani.
 2. Egy adott tételen belül a diákok tetszőleges sorrendbe oldhatják meg az alpontokat.
 3. A munkaidő 3 óra, a tétel kiosztásának pillanatától számítva.
 4. A diákok használhatnak nem programozható számológépet.
 5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár). Az összpontszám a tételek pontszámainak összege.