Heinrich László Fizika Tantárgyverseny, 2018
Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely
Feladatlap XI. osztály

1. Feladat (1 pont) Egy függőleges rugalmas húr két végét periódikusan mozgatjuk fel-le azonos A_0 amplítudóval, antiszinkronban (ellentétes fázissal). Mekkora lesz a húr közepének kitérési amplítudója?

A) $2A_0$ **B)** **0** **C)** $\frac{A_0}{2}$ **D)** $\sqrt{2}A_0$

2. Feladat (1 pont) Melyik állítás NEM igaz? Harmonikus rezgőmozgás során

A) a test mozgási energiája az egyensúlyi helyzetben a legnagyobb.

B) **a rugóban tárolt energia az egyensúlyi helyzetben a legnagyobb.**

C) a test kitérése és sebessége ellenfázisban van.(ellenfázis ≡ 180° fáziskülönbség.)

D) a test gyorsulása az egyensúlyi helyzetben a legkisebb.

3. Feladat (1 pont) Egy soros RC áramkör teljesítménytényezője 0.6. Mekkora lesz a soros áramköri elemekből alkotott párhuzamos áramkör teljesítménytényezője?

A) 0.3 **B)** 0.4 **C)** **0.8** **D)** 0.65

Indoklás:
A soros RC esetben a teljesítménytényező: $\cos\varphi_1 = \frac{R}{Z_s} = \frac{R}{\sqrt{R^2+X_C^2}} = 0.6$.
Párhuzamos kapcsolás esetén: $\cos\varphi_2 = \frac{I_R}{I} = \frac{U/R}{U/Z_p} = \frac{Z_p}{R}$, ahol $Z_p = \left(\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}\right)^{-1/2} \Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{X_C}{\sqrt{R^2+X_C^2}}$.
Észrevesszük, hogy: $\cos^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_2 = 1 \Rightarrow \cos\varphi_2 = \sqrt{1-\cos^2\varphi_1} = 0.8$.

4. Feladat (1 pont) Egy soros RLC áramkörre kapcsolt szinuszos feszültség effektív értéke U = 100 V. Az áramkör teljesítménytényezője $\cos(\phi) = \frac{4}{5}$. Mekkora az áramkör impedanciája, ha az aktív teljesítmény $P = 160$ W?

A) 48.26 Ω **B)** **50 Ω** **C)** 57.32 Ω **D)** 60 Ω

Indoklás:
Az aktív teljesítmény: $P = UI\cos\phi. \Rightarrow I = \frac{P}{U\cos\phi} \equiv \frac{U}{Z}$, tehát innen az impedanciát kifejezve kapjuk, hogy
$Z = \frac{U^2\cos\varphi}{P} = \frac{10^4\cdot\frac{4}{5}}{160}\ \frac{\mathrm{V}^2}{\mathrm{W}} = 50\ \Omega$.

5. Feladat (1 pont) Egy L_0 hosszúságú rugalmas szálra egy m tömegű testet helyezünk. Az így kapott rendszer ω_0 körfrekvenciájú harmonikus rezgőmozgást végez. A rugalmas szálat lerövidítve, a rezgési körfrekvencia megnövekszik: $\omega' = \sqrt{3}\omega_0$. Mekkora a megkurtított szál hossza?

A) $2L_0/3$ **B)** $L_0/\sqrt{3}$ **C)** $\mathbf{L_0/3}$ **D)** $L_0/6$

Indoklás:
$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_0}{m}}; \omega' = \sqrt{3}\omega_0 = \sqrt{3}\sqrt{\frac{k_0}{m}} = \sqrt{\frac{3k_0}{m}} \Rightarrow k' = 3k_0$ A szál rugóállandóját háromszorosára növelhetjuk, ha a hosszát harmadoljuk $\Rightarrow L' = L_0/3$

6. Feladat (2 pont) Egy ideális RLC soros rezgőkör esetében adott $R = 10\ \Omega$, $C = 50/\pi\ \mu F$ és $L = 2/\pi$ H. A rezgőkör rezonanciafrekvenciája:

A) 10 Hz **B)** **50 Hz** **C)** π^2 Hz **D)** $10/\pi^2$ Hz

Indoklás:
A rezonancia feltétele: $X_C = X_L \Rightarrow \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 50$ Hz.

7. Feladat (2 pont) A 20 V feszültségű és 500 kHz frekvenciájú váltakozóáramú feszültségforrásra sorosan az $R = 5\ \Omega$ ellenállású, $L = 0.1\ mH$ induktivitású tekercset és $C = 5/\pi^2$ nF kapacitású kondenzátort. Mekkora kapacitású kondenzátort kell sorba vagy párhuzamosan kapcsolni C-vel, hogy a soros rezgőkör a feszültségforrással rezonanciában legyen?

A) $5/\pi^2$ nF sorba

B) $10/\pi^2$ nF párhuzamosan

C) $10/\pi^2$ nF sorba

D) **$5/\pi^2$ nF párhuzamosan**

Indoklás:
A rezonancia feltétele, hogy az új eredő kapacitás reaktanciája megegyezzék a tekercs reaktanciájával: $X_{C_e} = X_L \Rightarrow C_e = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{10^{-8}}{\pi^2}$ F $= \frac{10}{\pi^2}$ nF $= 2C = 2C_1$.
A két kondenzátor soros kapcsolása esetében: $\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 C_e}{C_1 - C_e} = -2C = -\frac{10}{\pi^2}$ nF < 0.
A két kondenzátor párhuzamos kapcsolása esetén: $C_e = C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = C_e - C_1 = C = \frac{5}{\pi^2}$ nF.

8. Feladat (2 pont) Egy soros RLC áramkört $\vec{B}$ indukciójú homogén mágneses térben ω szögsebességgel forgó fémkeret táplál. Az adott forgási frekvenciánál $X_L = R$, $X_C = 2R$ és a pillanatnyi teljesítmény maximális értéke P_{max}. Megkétszerezve a keret forgási frekvenciáját, a pillanatnyi teljesítmény maximális értéke:

A) $P'_{max} = 2P_{max}$ **B)** $P'_{max} = P_{max}/2$ **C)** $\mathbf{P'_{max} = 4P_{max}}$ **D)** $P'_{max} = P_{max}/4$

Indoklás:
A forgó keret által szolgáltatott feszültség maximális értéke (amplítudója) $U_0 = C\omega$, ahol a C egy forgási szögsebességtől független állandó. Megkétszerezve a forgási szögsebességet a a forrás amplítudója is kétszereződik: $U'_0 = 2C\omega = 2U_0$.
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}; X_L = \omega L = R; X_C = 1/(\omega C) = 2R \Rightarrow Z = R\sqrt{2}$
$X'_L = 2\omega L = 2X_L = 2R; X'_C = 1/(2\omega C) = X_C/2 = R \Rightarrow Z = R\sqrt{2}$
$P'_{max}/P_{max} = \frac{U_0'^2/Z'}{U_0^2/Z} = 4 \Rightarrow P'_{max} = 4P_{max}$

9. Feladat (2 pont) Egy tekercsre, melynek ellenállása 10 Ω és önindukciós együtthatója 5 mH, állandó 100 V értékű feszültséget kapcsolunk. Mekkora értékre növekedett az áram abban a pillanatban, amikor a változási sebessége 200 A/s volt?

A) 200 A **B)** 10.1 A **C)** **9.9 A** **D)** 0 A

Indoklás:
A hurokegyenlet alapján $E = u_L + u_R \Rightarrow\ E - L\frac{\Delta i}{\Delta t} - Ri = 0\ \Rightarrow i = \frac{1}{R}\left[E - L\frac{\Delta i}{\Delta t}\right] = \frac{1}{10}\left[100 - 5\cdot 10^{-3}\cdot 2\cdot 10^{+2}\right] = \frac{99}{10} = 9.9A$

10. Feladat (2 pont) Egy soros 200 V-os, 60 Hz-es hálózatra kapcsolt váltóáramú kör egy 30 Ω-os kapacitív ellenállású kondenzátorból, egy 44 Ω-os ideállis ellenállásból, és egy 90 Ω-os induktív ellenállású és 36 Ω-os ellenállású tekercsből áll. Határozzuk meg a tekercsre jutó potenciálkülönbség effektív értékét!

A) 72 V **B)** **194 V** **C)** 128.48 V **D)** 252 V

Indoklás:
Az RLC kör impedanciája: $Z = \sqrt{(R+R_L)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(44+36)^2 + (90-30)^2} = 100\ \Omega$, tehát $I = U/Z = 2$ A, $\Rightarrow U_L = I \cdot \sqrt{R_L^2 + X_L^2} = 194$ V.

11. Feladat (2 pont) Egy $\vec{a}$ $(a < g)$ lefele mutató gyorsulással mozgó liftfülke falára függesztett ingaóra

A) siet **B)** **késik** **C)** pontosan jár **D)** nem müködik

Indoklás:
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}; g' < g \Rightarrow T' > T \Rightarrow$ késik.

12. Feladat (2 pont) Egy falra merőleges egyenes mentén két ember áll, a fal ugyanazon oldalán, a távolabbi kétszer akkora távolságra, mint a társa. A falhoz közelebb álló ember elsüt egy pisztolyt. Mekkora időkülönbséget észlelnek az elsődleges hang és a viszhang között?

A) **Azonos időkülönbséget észlelnek.**

B) A távolabbi kétszer nagyobb időkülönbséget észlel.

C) A távolabbi fele akkora időkülönbséget észlel.

D) A távolabbi háromszor nagyobb időkülönbséget észlel.

Indoklás:
Minkét megfigyelő esetén a viszhang $2L$-el hoszabb utat tesz meg, így azok azonos időkülönbséget észlelnek. (L a falhoz közelebbi ember és a fal közötti távolság).

13. Feladat (2 pont) Adott egy L hosszúságú rugalmas szál, amelyet egy rezgésgenerátor és egy függőleges rúd közé feszítünk ki. A szál a függőleges rúdhoz egy gyűrű segítségével kapcsolódik, amely súrlódásmentesen elmozdulhat a rúdon. A rezgésgenerátort ν frekvenciával működtetve, a szálban állóhullámok alakulnak ki. A kialakult csomópontok száma 5. Mekkora hullámok terjedési sebessége (c) a kifeszített szálban?

A) $c = \frac{2\nu}{5L}$ **B)** $c = \frac{5\nu}{2L}$ **C)** $c = \frac{5L\nu}{2}$ **D)** $\mathbf{c = \frac{2L\nu}{5}}$

Indoklás:
A szál mindkét végén orsópont van, emiatt a szál hosszára 5 teljes orsó jut.
$L = 5\lambda/2; \lambda = c/\nu \Rightarrow L = 5c/(2\nu) \Rightarrow c = 2\nu L/5$

14. Feladat (2 pont) Egy bolygóközi utazásra használt űrhajón a lakófülkék egy gyűrű alakú struktúrába vannak elhelyezve, amely utazás közben állandó szögsebességgel forog. A gyűrű sugármenti szélessége 10 m, míg a gyűrű középvonalának sugara 100 m. A középvonalon elhelyezett lakófülkében felállított matematikai inga periódusa 1 s. Milyen intervallumban változhat a az inga periódusideje, ha a lakóövezeten belül változtatjuk a helyzetét?

A) 0.992s< T <1.008s **B)** **0.976s<T<1.026s** **C)** 0.751s< T <1.292s **D)** 0.854s< T <1.183s

Indoklás:
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}; a = \omega^2 R \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\omega^2 R}}$
$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\omega^2 R_0}}; T_{min} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\omega^2 R_{max}}}; T_{max} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\omega^2 R_{min}}}$
$T_{max}/T_0 = \frac{R_0}{R_{min}} = \sqrt{\frac{100}{95}} = 1.026T_0 = 1.026s; T_{min}/T_0 = \frac{R_0}{R_{max}} = \sqrt{\frac{100}{105}} = 0.976T_0 = 1.026s;$

15. Feladat (2 pont) Két inga mozgását hasonlítjuk össze. Azonos idő alatt az egyik inga 15 teljes lengést végez, a másik pedig 10 teljes lengét. Határozzátok meg az ingák hosszát, ha az egyik inga 20 cm-rel hosszabb mint a másik:

A) $l_1 = 10$ cm; $l_2 = 30$ cm **B)** $l_1 = 12$ cm; $l_2 = 32$ cm **C)** $l_1 = 14$ cm; $l_2 = 34$ cm **D)** $\mathbf{l_1 = 16cm;}$ $\mathbf{l_2 = 36cm}$

Indoklás:
$T_1 = T_0/n_1; T_2 = T_0/n_2 \Rightarrow T_1/T_2 = n_2/n_1 = 10/15 = 2/3$
$T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow T_1/T_2 = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 2/3$
$l_1/l_2 = 4/9; l_2 - l_1 = 20cm \Rightarrow l_1 = 16cm; l_2 = 36cm$

16. Feladat (4 pont) Egy vízszintes felületen található, vízszintes helyzetű, tökéletesen rugalmas, tömeg nélküli rugóhoz rögzített kiskocsi 0.3333 Hz frekvenciával rezeg. A kocsin egy kis test található. A test és a kocsi között a maximális tapadási súrlódási erő a nyomóerő fele. Legfeljebb mekkora lehet a rezgés amplitudója, hogy a kocsin levő test ne csússzon meg?

A) 1 m **B)** **1.14 m** **C)** 2 m **D)** 0.14 m

Indoklás:
A kiskocsi gyorsulása miatt a testre hatni fog egy tehetetlenségi erő. Ennek nagysága kisebb kell legyen mint a tapadási surlódási erő.
$a_{max} = \omega^2 x_{max}; a_{max} = g/2 \Rightarrow x_{max} = \frac{g}{2\omega^2} = 1.14m$

17. Feladat (4 pont) Adott két vizszintes, egymással párhuzamos forgástengelyű henger, a rögzített tengelyeik közötti távolság $2l$. A hengerek ellentétes irányítású, azonos nagyságú, állandó szögsebeséggel forognak. A forgó hengerekre ráhelyezünk egy m tömegű, hosszú rudat, amely a hengereken támaszkodik és emiatt harmonikus rezgőmozgást végez.

I.) Ismerve a forgó hengerek és a rúd közötti súrlódási együttható értékét (μ) határozzátok meg a rezgőmozgás ω körfrekvenciáját!

A) $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ **B)** $\omega = \sqrt{\frac{g}{2l}}$ **C)** $\boldsymbol{\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{l}}}$ **D)** $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{2l}}$

Indoklás:
Vizsgáljuk a rúdra ható erők eredőjét abban az esetben amikor a rúd tömegközéppontja x távolságra van a két henger közötti távolság felezőpontjától. Ebben az esetben a rúdra hat egy vizszintes eredő erő, amelynek értéke megadható mint $F = \mu(N_1 - N_2)$, ahol $N_{1,2}$ a nyomóerőket jelöli.

A két henger közötti felezőpontból nézve felírjuk a forgatónyomatékok egyensúlyát:
$mgx = N_2l - N_1l = l(N_2 - N_1) \Rightarrow N_1 - N_2 = mgx/l \; F = \mu(N_1 - N_2) = -\frac{\mu mg}{l}x \equiv= -kx \rightarrow k = \frac{\mu mg}{l}$
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{\mu g}{l}}$

II.) Tetszőlegesen nagy μ esetén mekkora lehet a maximális rezgési amplítudó (A_{max}) ahhoz, hogy a rezgőmozgás ne szűnjön meg?

A) $A_{max} = l/2$ **B)** $\mathbf{A_{max} = l}$ **C)** $A_{max} = 2l$ **D)** $A_{max} = \sqrt{2}l$

Indoklás:
Ha $A > l$, akkor a rúd tömegközéppontja a hengeren kivülre kerül, ahonnan leesik.

18. Feladat (4 pont) A 250 kHz frekvencián 2 V feszültséget szolgáltató váltakozóáramú feszültségforrásra sorosan kapcsoljuk az $R = 10\ \Omega$-os ellenállást, az $L = 1$ mH induktivitású tekercset és egy C kapacitású kondenzátort.

I.) Hogyan kell megválasztani a kapacitás értékét, hogy rezonancia jöjjön létre?

A) $400/\pi^2$ nF **B)** $40/\pi^2$ nF **C)** $4/\pi^2$ nF **D)** $4/\pi^2$ pF

Indoklás:
Rezonancia $\Rightarrow \omega_0^2 = 1/(LC) \to C = 1/(\omega^2 L) = \frac{4}{\pi^2}10^{-9}F$

II.) Rezonancia esetén, hányszor nagyobb a kondenzátoron mért feszültség az ellenálláson mérthez viszonyítva?

A) egyenlőek, mert rezonancia van **B)** 157-szer **C)** 1.57-szer **D)** 15.7-szer

Indoklás:
$U_C = IX_C; U_R = IR \Rightarrow U_C/U_R = X_C/R = \frac{1}{\omega_0 CR} = 50\pi \simeq 157$

19. Feladat (4 pont) Egy párhuzamosan kapcsolt RLC körhöz sorosan kapcsolunk egy $u(t) = 230 \sin 100\pi t$ váltakozó feszültséget ($R = 4/3\ \Omega$; $X_L = 1\ \Omega$; $X_C = 4\ \Omega$), majd ugyancsak sorosan egy másik, párhuzamosan kapcsolt RLC kört, ahol $R_2 = 2R$, $L_2 = 2L$, $C_2 = 2C$. Mekkora fáziskülönbséggel töltődik fel a második kondenzátor, az elsőhőz képest?

A) $\pi/6$ **B)** $\pi/3$ **C)** -$\pi/3$ **D)** $\pi/4$

Indoklás:
Az első, párhumazosan kapcsolt, RLC kör fázisának tangense: $\tan\varphi_1 = \frac{\frac{1}{X_C}-\frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}} = R\cdot\frac{X_L - X_C}{X_L X_C} = \frac{4}{3}\frac{1-4}{4} = -1 \Rightarrow \varphi_1 = -\pi/4$. Tehát a főágban levő áramerősség $\pi/4$ fázissal késik az első, párhumazosan kapcsolt, RLC kör végpontjai közt mért feszültséghez képest.
A második párhuzamosan kapcsolt RLC kör esetén: $X_{L_2} = 2X_L$, $X_{C_2} = X_C/2$ (mert $L_2 = 2L$ és $C_2 = 2C$).
$\tan\varphi_2 = 2R\cdot\frac{(2X_L)-\left(\frac{X_C}{2}\right)}{X_L X_C} = R\cdot\frac{4X_L - X_C}{X_L X_C} = \frac{4}{3}\frac{4-4}{4} = 0 \Rightarrow \varphi_2 = 0$ rad. A főágban lévő áramerősség fázisban van a második, párhumazosan kapcsolt, RLC kör végpontjai közt mért feszültséghez képest.
Mivel a sorosan kapcsolt két párhuzamos RLC kör sarkain mért feszültségek megegyeznek a kondenzátorokon mért feszültségekkel, ezért kijelenthető, hogy az első kondenzátor feltöltődése mindig $\pi/4$ fáziskülönbséggel hamarabb következik be, mint a második kondenzátor feltöltődése.

20. Feladat (12 pont) Egy m tömegű, S alapterületű hasáb alakú test úszik egy folyadék felszínén. Legyen ρ a folyadék, míg ρ_0 a test sűrűsége.

I) A testet v_0 kezdősebeséggel elindítjuk lefele. Milyen mélyre süllyed a test (az egyensúlyi helyzethez viszonyítva) ?

A) $A_{max} = v_0\sqrt{\frac{mgS}{\rho_0}}$

B) $A_{max} = \sqrt{\frac{mgS}{\rho}}/v_0$

C) $\mathbf{A_{max} = v_0\sqrt{\frac{m}{gS\rho}}}$

D) $A_{max} = v_0\sqrt{\frac{gS\rho_0}{m}}$

Indoklás:
Egyensúly esetén: $mg = \rho V_0 g$, ahol V_0 a test folyadékba merülő része.
Ebből az egyensúlyi helyetből a testet függőleges x távolsággal elmozdítva felborítjuk az egyensúly és a testre hat egy eredő erő: $\vec{F} = \vec{F}'_A + \vec{G} \Rightarrow F_x = \rho(V_0 - Sx)g - mg = -\rho Sgx \equiv -kx \Rightarrow k = \rho Sg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{\rho Sg}{m}}$

Rezgőmozgás esetén $v_0 = v_{max} = A_{max}\omega \Rightarrow A_{max} = v_0/\omega = v_0\sqrt{\frac{m}{gS\rho}}$

II) A visszafordulás után milyen magasra emelkedik a test? (Az egyensúlyi helyzettől mérve.)

A) $A'_{max} = v_0\sqrt{\frac{mgS}{\rho}}$

B) $A'_{max} = \sqrt{\frac{mgS}{\rho}}/v_0$

C) $\mathbf{A'_{max} = v_0\sqrt{\frac{m}{gS\rho}}}$

D) $A'_{max} = v_0\sqrt{\frac{gS\rho}{m}}$

Indoklás:
Rezgőmozgás esetén az amplítudó mindkét irányban ugyan az.

III) Mekkora a test rezgési periódusa?

A) $\mathbf{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho gS}}}$

B) $T = 2\pi(\sqrt{\frac{m}{\rho_0 gS}} + \sqrt{\frac{m}{\rho gS}})/2$

C) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\rho_0 gS}{m}}$

D) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho_0 gS}}$

Indoklás:
$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho gS}}$

21. Feladat (12 pont) Adott egy $R_s = 5\ \Omega$ értékű ellenállás és egy $C_s = 159\ \mu$F kapcitású kondenzátor, amelyeket sorba kötünk és rákapcsolunk egy $\nu = 200$ Hz frekvenciájú váltóáramú tápforrásra.

I) A fenti áramkör helyettesíthető egy párhuzamos áramkörrel, amelyet egy ellenállásból (R_p) és egy kondenzátorból (C_p) építünk. Mekkora az R_p és C_p értéke?

A) R_p=15Ω; $C_p = 69.6\mu$F **B)** $\mathbf{R_p = 10\Omega}$; $\mathbf{C_p = 79.6\mu}$**F** **C)** R_p=5Ω; $C_p = 79.6\mu$F **D)** R_p=10Ω; $C_p = 69.6\mu$F

II) Mekkora a soros kapcsolás teljesítménytényezője?

A) 0.535 **B)** **0.707** **C)** 0.627 **D)** 0.8

III) Mekkora a soros és a párhuzamos kapcsolások teljesítménytényezőinek aránya, ha a tápforrás frekvenciáját felezzük?

A) **0.5** **B)** 4 **C)** 0.2 **D)** 1

Indoklás:
I) Kiindulási pontok: $Z_S = Z_p$, és $\tan\varphi_1 = \tan\varphi_2$.
Az első összefüggésből: $\Rightarrow R_S^2 + X_{C_s}^2 = \left(\frac{1}{R_p^2} + \frac{1}{X_{C_p}^2}\right)^{-1}$.
A második összefüggésből: $\Rightarrow \frac{X_{C_s}}{R_s} = \frac{R_p}{X_{C_p}} \Rightarrow X_{C_p} = \left(\frac{R_s}{X_{C_s}}\right) R_p$, ahol $X_{C_s} = \frac{1}{2\pi\nu C_s} \simeq 5.0048\ \Omega \approx R_s$.
Az első összefüggésbe behelyettesítve az X_{C_p} alakját, R_p-re kapunk egy egyenletet:
$$R_s^2 + X_{C_s}^2 = \left[\frac{1}{R_p^2}\left(1 + \left(\frac{X_{C_s}}{R_s}\right)^2\right)\right]^{-1} \Rightarrow R_p^2 = (R_s^2 + X_{C_s}^2)\left[1 + \left(\frac{X_{C_s}}{R_s}\right)^2\right] = R_s^2\left[1 + \left(\frac{X_{C_s}}{R_s}\right)^2\right]\left[1 + \left(\frac{X_{C_s}}{R_s}\right)^2\right]$$
$\Rightarrow R_p = R_s\left[1 + \left(\frac{X_{C_s}}{R_s}\right)^2\right] \simeq 2R_s = 10\ \Omega$. A második összefüggésből: $X_{C_p} \simeq R_p \simeq 2R_s$.
Tehát $X_{C_p} \simeq 2X_{C_s} \Rightarrow C_p \simeq \frac{C_s}{2} = 79.6\mu$F.
II) $\cos\varphi_1 = \frac{R_s}{\sqrt{R_s^2+X_{C_s}^2}} = \frac{R_s}{R_s\sqrt{1+(X_{C_s}/R_s)^2}} \simeq \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}/2 \simeq 0.707$.

III) $\nu_2 = \nu/2 \Rightarrow X_{C_{s2}} = 2X_{C_s}$.
$\Rightarrow \cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1+(X_{C_{s2}}/R_s)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+4(X_{C_s}/R_s)^2}} \simeq \frac{1}{\sqrt{5}}$.
$\cos\varphi_2 = \frac{Z_{p2}}{R_p}$, ahol $Z_p = \frac{X_{C_{p2}} R_p}{X_{C_{p2}}\sqrt{1+(R_p/X_{C_{p2}})^2}}$, és $X_{C_{p2}} = 2X_{C_p} \simeq 4R_s$; $R_p \simeq 2R_s$.
$\Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{R_p}{X_{C_{p2}}}\right)^2}} \simeq \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{2R_s}{4R_s}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$
$\Rightarrow \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2} = \frac{1}{2}$.

Kisfilmhez kapcsolodó kérdések

22. Kérdés (5 pont) A rezgő platformra rögzített rugalmas hurokban a következő jelenséget figyelhetjük meg:

A) Rezonancia

B) Haladó hullámok

C) **Állóhullámok**

D) Felszíni hullámok

23. Kérdés (5 pont) A létrejövő mintázat megváltoztatásához a rezgő platform melyik jellemzőjét változtatják meg?

A) **A frekvenciát.**

B) Az amplitúdót.

C) A fázist.

D) Nem dönthető el.

24. Kérdés (5 pont) Amikor az alakzatok teljesen kialakultak, a hurok melyik pontján HALAD át több energia egy másodperc alatt?

A) A legfelsőn.

B) A vízszintes átmérő bal oldali végpontján.

C) A vízszintes átmérő jobbl oldali végpontján.

D) **Mindegyiken ugyanannyi halad át: zéró.**

25. Kérdés (5 pont) Milyen típusú hullámok terjednek a karikában?

A) Longitudinális mechanikai hullámok.

B) Longitudineális elektromágneses hullámok.

C) **Transzverzális mechanikai hullámok.**

D) Transzverzális elektromágneses hullámok.

26. Kérdés (5 pont) Legyen ν a platform rezgési frekvenciája és L a hurok kerülete. A legelőször megjelenő mintázat alapján a dróthullámok tovaterjedési sebessége:

A) $v = L\nu/5$

B) $v = 5L\nu/2$

C) $\mathbf{v = 2L\nu/5}$

D) $v = 5L\nu$

Pontozás

- Hivatalból: 10 pont
- 1-5 Feladat: 5×1 = 5 pont
- 6-15 Feladat: 10×2 = 20 pont
- 16-19 Feladat: 4×4 = 16 pont
- 20-21 Feladat: 2×12 = 24 pont
- 22-26 Kérdés: 5×5 = 25 pont

Munkaidő: 2.5 óra (feladatmegoldás) + 0.5 óra (rövid film vetítése, kérdések megválaszolása)