JAVÍTÓKULCS

I. feladat

a) A lengésidő a víz és vödör közös súlypontjának a felfüggesztési ponttól mért távolságától függ.
A súlypont kezdetben ereszkedik, a végén visszaugrik az üres vödör súlypontjába. A lengésidő előbb nő és a végén megint visszacsökken. 2 p

b) Ha a tárgy gyorsulása $a = g$, akkor már nincs kölcsönhatás a test és a lemez között. A legnagyobb felső kitérésnél $a_{max} = \omega^2 A \Longrightarrow A = g/\omega^2 \Longrightarrow A = g/4\pi^2\nu^2 = T^2/4 = 0{,}44\ m$. 3 p

c) Az elektrosztatikus ingára ható eredő erő $\vec{F} = m\vec{g} + q\vec{E}$ látszólagos súlynak G_l is tekinthető, egy g_l látszólagos gravitációs gyorsulással. A lengési idő $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_l}}$. 1 p

A lemezek vízszintes helyzetében a $G_l = mg \pm qE = m(g \pm qU/md) \Longrightarrow g_l = g \pm qU/md \Longrightarrow$
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g \pm qU/md}}$ 2 p

A lemezek függőleges helyzetében a $G_l = \sqrt{(mg)^2 + (\frac{qU}{d})^2} \Longrightarrow g_l = \sqrt{g^2 + (\frac{qU}{md})^2} \Longrightarrow$
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g^2 + (\frac{qU}{md})^2}}$ 2 p

II. feladat

a) A feszültségek összeadása soros áramkörre utal. 1 p
Az 1-es egy ideális tekercs, a 2-es egy aktív ellenállás, 3-as ellenállás és kondenzátor soros együttese és 4-es szintén ideális tekercs.
Az áramkör ezek soros kapcsolása egy váltóáramú generátorra (kapcsolási rajz). 1,5 p
Mivel az eredő U és I fázisban vannak az áramkör impedanciája $Z = R_2 + R_3$, az áramkör rezisztív jellegű és feszültség rezonanciában van. 1,5 p

b) Tegyük fel, hogy a rúd v sebességgel mozog a lejtőn, miközben I áram folyik benne.
Az elektromágneses erő fékezi a rúd mozgását.
A rúdra ható eredő erő $F = mg\sin\alpha - BIl = ma$ 1 p

A sínpár lezárását L induktivitású tekerccsel valósítjuk meg és ekkor a mozgó vezetőben indukált e.m.f. $e = Blv$ és a tekercs önindukciós e.m.f $e_1 = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ algebrai összege zéró.

$\Longrightarrow$ $Bl\frac{\Delta x}{\Delta t} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ $\Longrightarrow$ $Blx = LI$ mivel $x_o = 0$ és $I_0=0$. 2 p

Az eredő erő $F = mg\sin\alpha - \frac{B^2l^2x}{L} = ma$ egy állandó tag és egy a kitéréssel arányos, a kitéréssel ellentétes irányítású tag összege (olyan mint a rugóra akasztott test esete, ha nyújtatlan állapotban engedjük el).
A rúd tehát harmonikus rezgőmozgást végez az egyensúlyi helyzet körül. 1,5 p

A rezgés amplitúdója $A = x_o$, a körfrekvencia $\omega = \sqrt{\frac{B^2l^2}{mL}}$, a kitérés egyenlete pedig

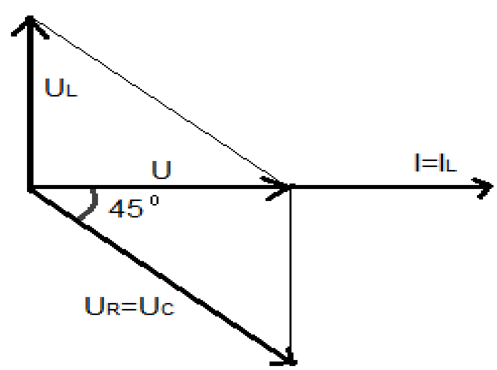
$x = x_0 + A\sin(\omega t - \pi/2)$ (a kezdeti feltétel $t = 0$, $x = 0$). 1,5 p

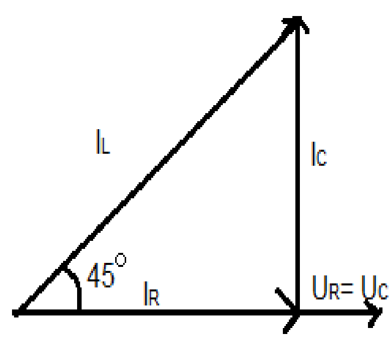
III. feladat

a) Az R-C szakaszon $\mathrm{tg}\varphi = \frac{I_C}{I_R} = \frac{R}{X_C} = 1 \rightarrow R = X_C = \frac{1}{\omega C} = 200\ \Omega$,

$X_L = L\omega = 100\ \Omega$. 2 p

b)



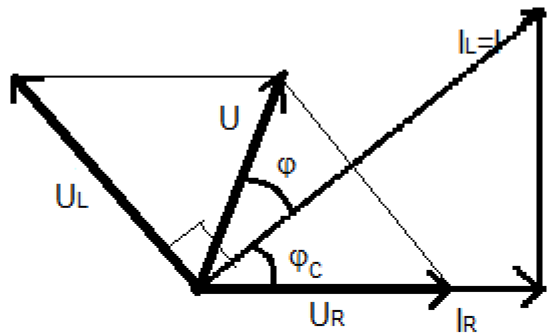


1 p

az áramerősségek vektordiagramjából $I_C = I_R$ és $I_L = \sqrt{2}\, I_R$
a feszültségekre $U_L = X_L\, I_L = 100\sqrt{2}I_L$ és $U_R = U_C = I_R\, R = 200 I_R = \sqrt{2}U_L$
a feszültségek diagramjából látható, hogy $U = U_L = 120$ V, az $U_R = U_C = \sqrt{2}U_L = 169{,}7$ V
és az U és $I = I_L$ fázisban vannak $\varphi = 0$. Az áramkör csak ellenállásként (rezisztív) viselkedik.
2 p

Az egyes elemeken az áramerősségek $I_C = I_R = \frac{U_R}{R} = 0{,}848$ A, $I_L = \frac{U}{X_L} = 1{,}2A$ 1 p

c) Az ellenállást égőkkel felcserélve megszűnnek az a)és b) alpontok feltételei.
Az áramok és feszültségek diagramjaiból keressük az I_R- et úgy, hogy ne függjön az R-től.



1 p

A háromszögekből kapjuk $\sin\varphi_C = I_C/I_L = U_R/U_L \cdot X_L/X_C$ és $I_L = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = U_R\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$

$$U^2 = U_R^2 + U_L^2 + 2U_L U_R \cos(\varphi_C + \tfrac{\pi}{2}) = U_R^2 + U_L^2 - 2U_L U_R \sin\varphi_C = U_R^2 + U_L^2 - 2U_R^2 \frac{X_L}{X_C}$$

1 p

és az $U_L = I_L X_L = U_R X_L \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$, ebből következik

$$U^2 = U_R^2\left[1 + \frac{X_L^2}{R^2} + \frac{X_L^2}{X_C^2} - 2\frac{X_L}{X_C}\right] = U_R^2\left[\frac{X_L^2}{R^2} + \left(1 - \frac{X_L}{X_C}\right)^2\right]$$ vagyis az $U_R = \frac{U}{\sqrt{\frac{X_L^2}{R^2} + \left(1 - \frac{X_L}{X_C}\right)^2}}$

és az $I_R = \frac{U}{R * \sqrt{\frac{X_L^2}{R^2} + \left(1 - \frac{X_L}{X_C}\right)^2}}$

Ha $1 - \frac{X_L}{X_C} = 0$, akkor $X_L = X_C \Longrightarrow LC\omega^2 = 0$ és $I_R = \frac{U}{X_C}$ tehát nem függ az R-től, az égők számától.

2 p