VERMES MIKLÓS Fizikaverseny

III. forduló
2016. április 16.
XI. osztály

JAVÍTÓKULCS

I. feladat

1.) A harmonikus rezgőmozgás dinamikai feltételéből $k = (m+M)\omega^2$, amiből a rendszer körfrekvenciája $\omega = 80\frac{1}{s}$. 1,5 p

Ha a kis test a kocsival együtt mozog vízszintesen a tapadási súrlódási erő hat rá, amely itt $F_{tapadási} = \mu_0 mg$. A kis test (és a kocsi is) harmonikus rezgőmozgást végez a rugó deformációja alatt, ezért a mozgás során végig teljesülnie kell, hogy $k\Delta l \leq F_{tapadási}$. 1,5 p

Az amplitúdóra így az $A \leq \mu_0 \cdot \frac{mg}{D} = 0.2m$ értéket kapjuk. A harmonikus rezgőmozgás maximális sebességére (ami a kiskocsi keresett sebessége is): $\underline{\underline{v_0 = v_{max} = A \cdot \omega = 1.8\frac{m}{s}}}$. 1,5 p

Az érintkezésük ideje a fenti harmonikus rezgőmozgás periódusidejének fele (a rugó egyensúlyi helyzetén újból áthaladva a kocsi tehetetlensége miatt továbbhalad), azaz $t = \frac{T}{2} = \pi \cdot \sqrt{\frac{m+M}{D}} = \underline{\underline{0.7\,\text{sec}}}$. 1,5 p

2.) Az állóhullámkép felrajzolása 0,5 p

A hullámhossz meghatározása $\lambda = 4/7L = 2\ m$ 0,5 p

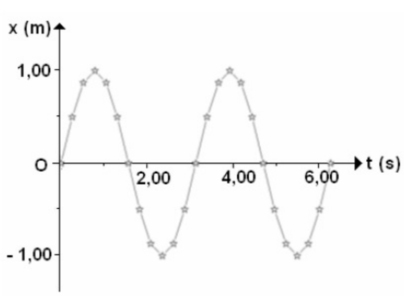
A maximális kitérés egy adott távolságra a következő képlettel írható fel: $A' = A\sin(2\pi x/\lambda)$ 0,5 p

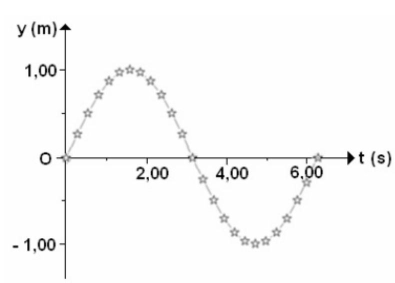
A kért x értékek esetében $A' = A\sin(\pi/4) = 3{,}52\ cm$, $A\sin(\pi) = 0\ cm$, $A\sin(\pi/8) = 1{,}91\ cm$ 0,5 p

II. feladat

a) Az összetett mozgás periódusa $T = 2\pi s = 6{,}28\ s$. 0,5 p

Értéktáblázat 1 p

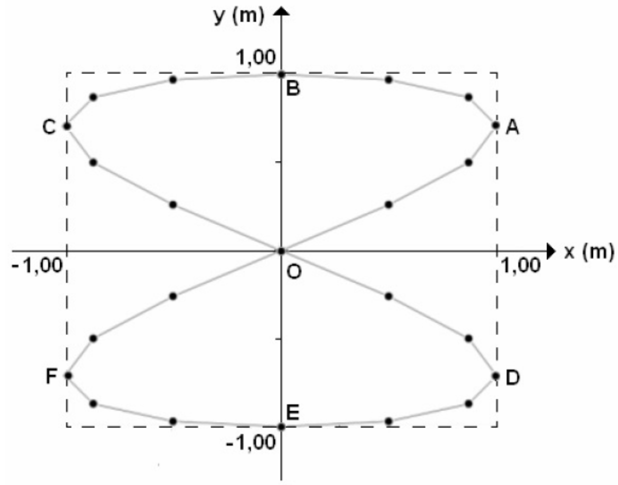




1,5 p

b.) A gafikonon az O, A, B, C, D, E, F pontok bejelölése 0,2-0-2 p, összesen 1,4 p

A pontok összekötése az alábbi görbével, a grafikon megszerkesztése 0,6 p



c.)

$$\sin^2(2\alpha) = 4\sin^2\alpha \cdot \cos^2\alpha = 4\sin^2\alpha \cdot \left(1-\sin^2\alpha\right)$$

1 p

Az összetett mozgás pályaegyenlete:

$$x^2 = 4 \cdot y^2 \cdot \left(1 - y^2\right)$$

1 p

d.) A pillanatnyi sebesség két komponensének képlete: 0,5 p

$$v_x(t) = 2{,}00 \cdot \cos 2t$$
$$v_y(t) = 1{,}00 \cdot \cos t$$

A sebesség pillanatnyi értékének modulusza: 0,5 p

$$v(t) = \sqrt{4{,}00 \cdot \cos^2 2t + 1{,}00 \cdot \cos^2 t}$$

Annak a feltétele, hogy a pillanatnyi sebességvektor párhuzamos legyen az O*y* tengellyel: 0,5 p

$$\begin{cases} v_x(t) = 0 \\ 2{,}00 \cdot \cos 2t = 0 \end{cases}$$

Azon időpillanatok, amikor a pillanatnyi sebességvektor párhuzamos az O*y* tengellyel: 0,5 p

$$t_{k\,//\,OY} \cong (2k+1) \cdot 0{,}79\,s, \qquad k = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

Annak a feltétele, hogy a pillanatnyi sebességvektor párhuzamos legyen az O*x* tengellyel: 0,5 p

$$\begin{cases} v_y(t) = 0 \\ 1{,}00 \cdot \cos t = 0 \end{cases}$$

Azon időpillanatok, amikor a pillanatnyi sebességvektor párhuzamos az O*x* tengellyel: 0,5 p

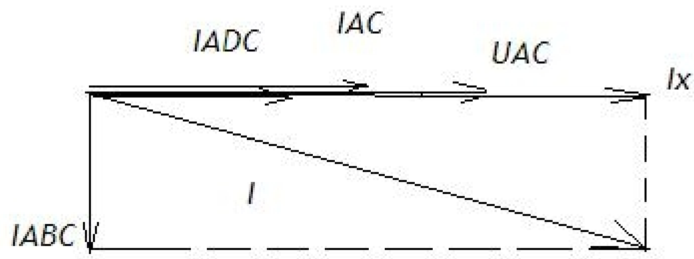
$$t_{k\,//\,OX} \cong (2k+1) \cdot 1{,}57\,s, \qquad k = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

III. feladat

Megoldás A-C-re:

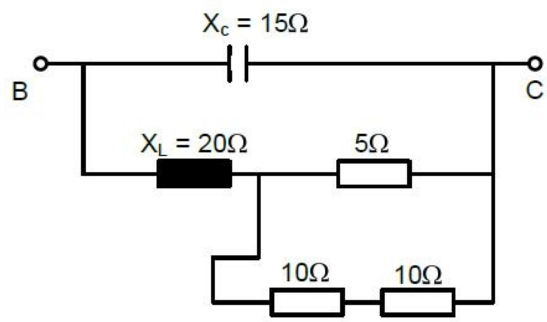
Megfigyelhető, hogy: $U_L = U_{AB}$, $U_C = U_{BC}$ és $U_{AB} > U_{BC}$, ahonnan következik, hogy U_{AC} *siet* $\pi/2$*-vel* az I_{ABC} áramerősséghez viszonyítva 1 p

A feszültség-áramerősség fázisdiagramm a következő módon szerkeszthető meg: 1 p

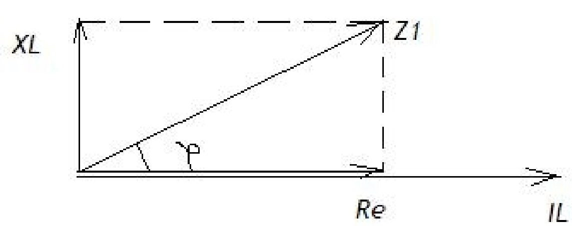


$I_X = I_{ADC} + I_{AC}$ 0,5p
$Z_1 = X_L - X_C$ 0,5p
$I^2 = I^2_{ABC} + I^2_X$ 0,5p
$I = U_{AC}/Z$, $I_{ABC} = U_{AC}/(X_L-X_C)$, $I_{AC} = U_{AC}/R_1$, $I_{ADC} = U_{AC}/(R_2+R_3)$ 1p
$Z = 3{,}125\ \Omega$ 0,5p

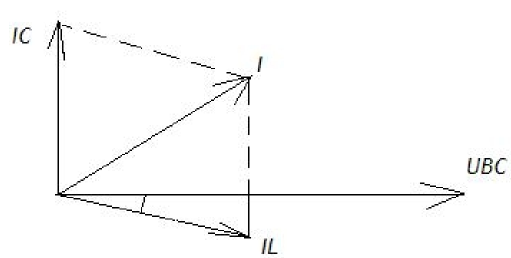
Megoldás B-C-re:
Az áramkör a következő módon rajzolható fel: 0,5 p



Az ohmikus ellenállások eredője: R*e* = 4 Ω 0,5 p
A BAC ágon az ellenállások fázisdiagramja: 1 p



Az áramerősségek fázisdiagrammja: 1 p



A BAC ágon számított impedancia felírható a fázisdiagramm alapján:

$Z^2_1 = R^2_e + X^2_{L,}$ ahonnan $Z_1 = 20{,}4\ \Omega$ 0,5p

$I_L = U_{BC}/Z_1$, $I_C = U_{BC}/X_C$, $I = U_{BC}/Z$ 0,5p

$I^2 = I^2_x + I^2_{y,}$ $I_x = I_L\cos\varphi$, $I_y = I_C - I_L\sin\varphi$ 0,5p

Fentieket felhasználva $Z = 47{,}8\ \Omega$ 0,5p