

Bolyai Farkas Országos Fizika Tantárgyverseny 2016

Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely



XI. Osztály

1. Adott egy alap áramkörü elemen a feszültség $u=220\sin(314t-30^\circ)V$ és az áramerősség $i=2\sin(314t-30^\circ)A$ pillanatnyi értékei. Milyen áramkörü elemről van szó?

- a) Valódi tekercs
- b) Kondenzátor
- c) Ohmos ellenállás
- d) RLC vegyes kapcsolása

Megoldás: C,

Mivel a feszültség fázisban van az árammal, csakis ohmos terhelésről lehet szó

1 pont

2. Mi a feltétele annak, hogy a harmonikusan rezgő testet érő erők eredője pozitív munkát végezzen, tehát növelje a rezgő test energiáját? A helyes állítást jelölje meg!

- a) Az eredő erő és a kitérésvektor irányítása egyezzen meg.
- b) Az eredő erő és a sebességvektor irányítása egyezzen meg.
- c) Az eredő erő és a gyorsulásvektor irányítása egyezzen meg.
- d) Az eredő erő és a sebesség változás-vektor irányítása egyezzen meg.

Megoldás: B, így mindig növeli a mozgási (teljes) energiát

1 pont

3. Mi a feltétele annak, hogy egy harmonikus rezgőmozgást végző testnél a legnagyobb kitérés, a legnagyobb sebesség és a legnagyobb gyorsulás számértéke egyenlő legyen?

- a) $T=1s$
- b) $T=1,28s$
- c) $T=3,14s$
- d) $T=6,28s$

Megoldás: D, $\omega=1s^{-1}$, vagy $T=6,28s$, mivel a maximális értékek egyenlősége ezt megköveteli.

1 pont

4. Melyik fizikai jelenség határozza meg a tekercs szerepét a váltakozó áramú áramkörben?

- a) örvényáramok
- b) önindukció
- c) eltolási áramok
- d) Lorentz-hatás

Megoldás: B, a tekercsben áthaladó váltakozó erősségű áram önindukciós jelenséget hoz létre.

1 pont

5. Egy $L=0,05\text{mH}$ induktivitású tekercsben $I=0,8\text{A}$ áram folyik. Ha megszakítjuk a tekercs táplálását, az áram $\Delta t=160\mu\text{s}$ idő alatt csökken zéróra. Mekkora az önindukciós feszültség középértéke a tekercsben?

- a) $0,25\text{ V}$
- b) $0,50\text{V}$
- c) $0,75\text{V}$
- d) 1V

Megoldás: A, mivel $|u| = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0,25\text{V}$

1 pont

6. Egy fonálinga hosszát 30cm -rel csökkentettük, így lengésének periódusideje a felére csökkent. Milyen hosszú volt eredetileg a fonál?

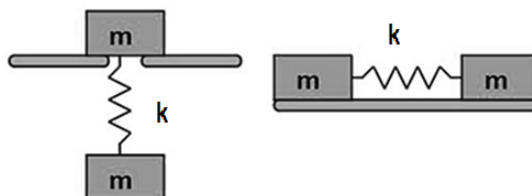
- a) 80cm
- b) 60cm
- c) 50cm
- d) 40cm

Helyes válasz: D, $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}}$ az eredeti periódus, $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0-0,3}{g}}$ a megrövidített inga periódusa. Mivel $T_0 = 2T$ következik, hogy $l_0 = 0,4\text{m}$

2 pont

7. A függőleges rendszer periódusideje 2s . Határozd meg a vízszintes rendszerét is, ha a lapon a súrlódás elhanyagolható! $m=1\text{kg}$

- a) $1/\sqrt{2}\text{s}$
- b) $\sqrt{2}\text{s}$
- c) $3/2\text{ s}$
- d) 4 s



Megoldás: B

A függőleges rendszer periódusideje $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\text{s}$. A vízszintes rendszer tömegközéppontja

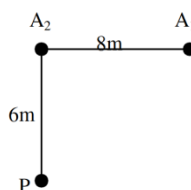
körül fog a rugó két végén lévő két test harmonikus rezgőmozgást végezni. Ez olyan, mintha külön-külön a tömegközéppontban rögzített fele olyan hosszú rugók (a fele olyan hosszú rugónak viszont a rugóállandója duplája) végén rezegnének! Emiatt a periódusideje:

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} = \sqrt{2}\text{s}.$$

2 pont

8. A_1 és A_2 hangszórót közös hanggenerátorról működtetünk, amelynek frekvenciája 750-820Hz között folyamatosan változtatható. A két hangszórómembrán azonos fázisú harmonikus rezgéseket végez. A hang sebessége levegőben 340m/s. Mekkora az a frekvencia, amelynél a P pontban maximális erősítést kapunk?

- a) 750 Hz
- b) 795 Hz
- c) 765 Hz
- d) 820 Hz



Megoldás: C

A maximális erősítés feltétele: $\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda} = 2k\pi$. Innen következik, hogy $\Delta x = k\lambda = kv/v$. A rajz alapján $\Delta x = 4m$. Elvégezve a számításokat $k=9$ értékre kapunk akkora $v = 765$ Hz frekvenciát, ami a megadott intervallumban található.

2pont

9. Vízfelszínen vonalhullámok terjednek egy olyan mélységű réteg felé, amelyben a hullám terjedési sebessége egyharmadára csökken. Megközelítőleg mekkora szöggel térülnek el az eredeti terjedési irányukhoz képest a hullámok a törés során, ha 30° beesési szöggel érkeznek a két különböző mélységű vízréteg határfelületére?

- a) 20°
- b) 30°
- c) 40°
- d) 10°

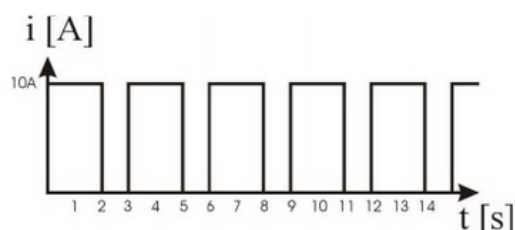
Megoldás: A

A törés törvényének megfelelően: $\sin r = \frac{v_2}{v_1} \sin i = \frac{1}{3}$, vagyis a törési szög értéke $r = 9,59^\circ$. Az eltérítési szög pedig $\alpha \sim 30^\circ - 10^\circ = 20^\circ$

2 pont

10. A megadott ábra $T=3s$ periódusidejű változó áramot tüntet fel. Mekkora ennek az áramnak az effektív értéke?

- a) $10\sqrt{3/2}A$
- b) $10/\sqrt{2}A$
- c) $10\sqrt{2/3}A$
- d) $10/\sqrt{3}A$



Megoldás: C

Az áramerősség effektív értékének definíciója szerint: $i^2 R \Delta t = I_{eff}^2 R \Delta t$

Ebből következik: $I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{10^2 * 2 + 0^2 * 1}{3}} = 10\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ A}$

2 pont

11. A 20 V feszültségű és 500 kHz frekvenciájú váltakozó áramú feszültségforrásra sorosan kapcsoljuk az $R = 5 \Omega$ ellenállású, $L = 0,1 \text{ mH}$ induktivitású tekercset és $C = 5/\pi^2 \text{ nF}$ kapacitású kondenzátort. Mekkora kapacitású kondenzátort kell sorba vagy párhuzamosan kapcsolni C kondenzátorral, hogy a soros rezgőkör a feszültségforrással rezonanciába legyen?

- a) $5/\pi^2 \text{ nF}$ sorba
- b) $10/\pi^2 \text{ nF}$ párhuzamosan
- c) $10/\pi^2 \text{ nF}$ sorba
- d) $5/\pi^2 \text{ nF}$ párhuzamosan

megoldás: D pont

A rezonancia feltételből következik az eredő kondenzátor kapacitása $\omega L = \frac{1}{\omega C_0}$, ahonnan $C_0 = \frac{10}{\pi^2} \text{ nF}$. Ezt úgy érhetjük el, ha a meglévő kondenzátorral egy azonos kapacitású kondenzátor kötünk párhuzamosan.

2 pont

12. A 60 V feszültséget szolgáltató váltakozó áramú feszültségforrásra párhuzamosan kapcsoljuk az $R = 6 \text{ k}\Omega$ ellenállást, $L = 2 \text{ mH}$ induktivitású tekercset és $C = 500 \text{ pF}$ kapacitású kondenzátort. Mekkora a rezgőkör rezonáns körfrekvenciája?

- a) 100 rad/s
- b) 1000 rad/s
- c) 100000 rad/s
- d) 1000000 rad/s

Megoldás: D pont; A rezonancia feltételből $\omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 1000000 \text{ s}^{-1}$

2pont

13. A 12-es feladat adatai alapján, rezonancia esetén, hányszor nagyobb a tekercsen átfolyó áram áramerőssége az ellenálláson átfolyóhoz viszonyítva?

- a) egyenlőek, mert rezonancia van
- b) 3-szor
- c) 30-szor
- d) 1/3-szor

Megoldás: B pont; $I_R = \frac{U}{R} = 0,01 \text{ A}$ és $I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{U}{\omega L} = 0,03 \text{ A}$ vagyis $\frac{I_L}{I_R} = 3$

2pont

14. Mekkora a harmonikus rezgőmozgást végző test mozgási- és rugalmas energiáinak aránya, abban a pillanatban, amikor a test kitérése az amplitúdó fele!

- a) $1/3$
- b) 3
- c) 1
- d) 2

Megoldás: B pont

A helyzeti energia ebben a pillanatban: $E_p = \frac{ky^2}{2} = \frac{kA^2}{8}$

A mozgási energia pedig $E_c = E - E_p = \frac{3kA^2}{8}$, **arányuk pedig** $E_c / E_p = 3$

2pont

15. Egy mindkét irányban végtelen, rugalmas húr mentén, egymástól $d=1\text{m}$ távolságra, két azonos $\nu=400\text{Hz}$ frekvenciájú, a szálra merőlegesen és egymással párhuzamosan rezgő hullámforrás található. A források kezdőfázisa nulla, a hullámok terjedési sebessége a húr mentén $v=100\text{m/s}$. Hány egész orsó és hány orsópont figyelhető meg a források között?

- a) 9 orsó, 8 orsópont
- b) 8 orsó, 9 orsópont
- c) 7 orsó, 9 orsópont
- d) 8 orsó, 8 orsópont

Megoldás C pont; a hullám hullámhossza $\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{100}{400} = 0,25\text{m}$. **Mivel a hullámforrások helyén orsópont van, könnyen belátható, hogy összesen 9 orsópont és 7 egész orsó alakul ki a két hullámforrás között.**

2 pont

16. Normális működés során egy égő teljesítménye 100W , a rajta áthaladó áram erőssége 1A . Mivel a rendelkezésre álló áramforrás teljesítménye túl nagy, az égővel sorosan kötünk egy ideális tekercset. Ennek következtében az áramkör teljesítménytényezője $0,5$ lesz. Mennyi az áramforrás feszültsége?

- a) 100V
- b) 120V
- c) 200V
- d) 220V

Helyes válasz:C

Megoldás:

Az égő teljesítménye $P=IU_R$, amiből következik, hogy $U_R=100V$ feszültség kell jusson az égőre az áramforrás U feszültségéből. A tekercs beiktatásával soros RL körünk lesz, amelyben a normális működéskor 1A erősségű áram halad át.

$$U=IZ \quad U_R/U=R/Z=\cos\varphi \quad U=U_R/\cos\varphi =200V$$

4 pont

17. Egy szinuszosan váltakozó feszültséggel olyan tekercset táplálunk, melynek ohmikus ellenállása 10Ω és induktív reaktanciája 20Ω . Mekkora kell legyen a tekercssel párhuzamosan kapcsolt kondenzátor kapacitív reaktanciája ahhoz, hogy a főágban az áram fázisban legyen a feszültséggel?

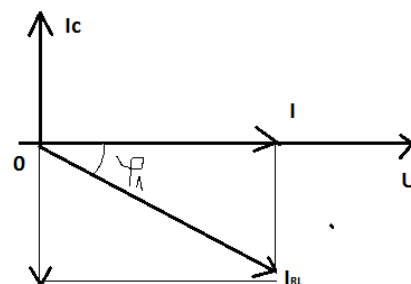
- a) 10Ω
- b) 25Ω
- c) 30Ω
- d) 15Ω

Megoldás: B

Az egyesített fázisdiagram alapján a főágban az áramerősség akkor lesz fázisban a feszültséggel ha:

$$I_C=I_{RL}\sin\varphi_1 \quad \text{vagyis} \quad \frac{U}{X_C} = \frac{U}{Z_{RL}} \cdot \frac{X_L}{Z_{RL}}, \text{ innen következik,}$$

$$\text{hogy: } X_C = \frac{Z_{RL}^2}{X_L} = \frac{(R^2 + X_L^2)}{X_L} = 25\Omega$$



4 pontos

18. Egy test függőleges egyenes mentén harmonikus rezgőmozgást végez. Rezgésideje: $T=0,2s$. Mekkora lehet a rezgés amplitúdója, ha az a cél, hogy a test vízszintes felső lapjára helyezett pénzérme mozgás közben állandóan rajta maradjon a testen?

- a) $\approx 2cm$
- b) $\approx 4cm$
- c) $\approx 1cm$
- d) $\approx 10cm$

Megoldás: C pont

A pénzérme ható erők eredője (lefele mozgás esetén): $G-N=F_c$. A pénzérme akkor fog leválni a testről, amikor az N nyomóerő nullára csökken. Ebben az esetben a pénzérme gyorsulása egyenlő a gravitációs gyorsulással. Ahhoz, hogy ez ne következzen be a rezgőmozgást végző test legnagyobb gyorsulása egyenlő vagy kisebb kell legyen g -nél:

$$\omega^2 A \leq g, \text{ ahonnan } A \leq \frac{g}{\omega^2} \approx 1cm, \omega = \frac{2\pi}{T}$$

4 pontos

19. Egy rugóra akasztott test függőleges kitéréssel másodpercenként 4 rezgést végez. Ha három ugyanilyen (ugyanilyen rugóállandójú és hosszú) rugót úgy kapcsolunk össze, hogy két egymás melletti rugót alul és felül összekötünk, majd erre akasztjuk rá a harmadikat, akkor hány rezgést végez másodpercenként az erre akasztott ugyanakkora tömegű test?

- a) 4 Hz
- b) 2,45 Hz
- c) 3 Hz
- d) 3,26 Hz

Megoldás: D pont; Az egy rugós frekvencia $\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, a három rugós rendszer eredő

rugóállandója $\frac{1}{k} + \frac{1}{2k} = \frac{3}{2k}$, az új frekvencia $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{3m}} = \nu_0 \sqrt{\frac{2}{3}} = 3,26 \text{ Hz}$

4 pontos

20. Egy 10N/m rugóállandójú rugó függőleges helyzetben áll az asztalon. A rugóra egy 100g tömegű test szabadeséssel esik, miután nyugalomból indulva megtett 15cm utat.

I. A rugó felső végének elérése után mekkora távolságon mozdul el lefelé a test ?

- a) 0,1m
- b) 0,2m
- c) 0,3m
- d) 0,4m

II. A rugó felső végének elérése után mennyi ideig mozog lefelé a test?

- a) $0 < t_e < 0,157\text{s}$
- b) $t_e = 0,157\text{s}$
- c) $0,157\text{s} < t_e < 0,314\text{s}$
- d) $t_e = 0,314\text{s}$

III. Mekkora a test által, a mozgás során elért maximális sebesség?

- a) 1m/s
- b) 1,5 m/s
- c) 1,73m/s
- d) 2m/s

Helyes válasz. I.C. II.C III.D

Megoldás

I. A rugó felső végének eléréséig a test szabadeséssel 0,15m távolságot tesz meg, ennek végsebessége:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3}\text{m/s}$$

Az egyensúlyi helyzet a rugó felső végétől $x = mg/k = 0,1\text{ m}$ távolságra van.

A test tehát $x+A$ távolságot tesz meg lefelé, x távolságon gyorsul, A távolságon lassul.

Az egyensúlyi helyzettől x távolságra sebessége v . Az energia megmaradás elvéből:

$$kA^2/2 = kx^2/2 + mv^2/2 \quad \text{ahonnan} \quad A = \sqrt{x^2 + \frac{mv^2}{k}}$$

Összesen 0,3m-t megy lefelé. (C – válasz) – 4 pont

II. A lefelé való mozgás időtartama:

$$\frac{T}{4} < t_e < \frac{T}{2} \quad \text{és} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,628\text{s}$$

0,157s < t_e < 0,314s (C – válasz) – 4 pont

III. Az energiamegmaradás elvéből:

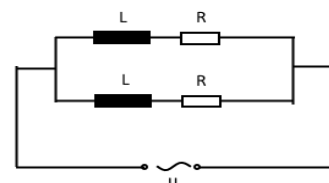
$$\frac{mv_m^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \quad \text{ahonnan} \quad v_m = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 2\text{m/s} \quad (\text{D - válasz}) - 4 \text{ pont}$$

21. Adott az ábrán látható vegyes kapcsolású RL áramkör. Ismertek:

$$U=100\text{V}, X_L = 10\sqrt{3}\Omega, R=10\Omega$$

I. Mekkora a főágban haladó áram erőssége?

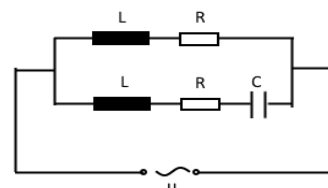
- a) 0
- b) 2,5A
- c) 10A
- d) 20A



Az egyik ágba beiktatunk egy kondenzátort is, amelynek kapacitív reaktanciája $X_C = \frac{40}{\sqrt{3}}\Omega$, a többi áramköri elem változatlan marad.

II. Mekkora a főágban haladó áram erőssége?

- a) 0A
- b) 2,5A
- c) 10A
- d) 20A



III. Mekkora fázisszöget zár be a második esetben a főágbeli áramerősség fázisvektora a feszültség fázisvektorával.

- a) -30°
- b) 0°

- c) 30°
d) 45°

Helyes válaszok: I. C

II. C

III. B

Megoldás

I.
$$I_1 = I_2 = \frac{U}{Z_1} = 5 \text{ A}$$
$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 20 \Omega$$

A két áramerősség fázisban van, tehát $I = 2I_1 = 10 \text{ A}$ (4 pont)

II. $Z_1 = 20 \Omega \quad I_1 = 5 \text{ A} \quad \tan(\varphi_1) = \frac{X_L}{R} = \sqrt{3} \quad \varphi_1 = 60^\circ$

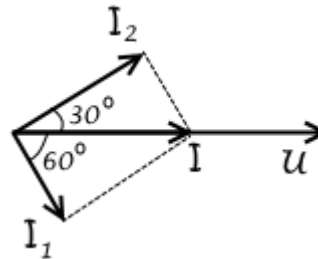
$$Z_2 = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} = \frac{20}{\sqrt{3}} \Omega \quad I_2 = \frac{U}{Z_2} = 5\sqrt{3} \text{ A}$$

$$\tan \varphi_2 = \frac{X_L - X_C}{R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \quad \varphi_2 = -30^\circ$$

I_1 és I_2 fázisvektorai merőlegesek egymásra

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 = 100 \text{ A}^2 \quad I = 10 \text{ A}$$

(4 pont)



III. Ha $\varphi = 0^\circ$ I -nek nincs merőleges komponense. $I_2 \sin(\varphi_2) + I_1 \sin(\varphi_1) = 0$

$$5\sqrt{3}\left(\frac{-1}{2}\right) + 5\frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

Igaz (4 pont)

Pontozás:

feladatok 1- 5: 1pont

feladatok 6-15: 2pont

feladatok 16-19: 4pont

feladatok 20-21: 12pont

hivatalból: 5 pont, összesen 70 pont

Munkaidő: 2 óra