



Válaszoljatok a következő kérdésekre:

1. Egy $L=0,05\text{mH}$ induktivitású tekercsben $I=0,8\text{A}$ áram folyik. Ha megszakítjuk a tekercs táplálását, az áram $\Delta t=120\mu\text{s}$ idő alatt csökken zéróra. Mekkora az önindukciós feszültség középértéke a tekercsben ?

- A. $1/2 \text{ V}$
- B. $1/3 \text{ V}$
- C. $3/2 \text{ V}$
- D. $2/3 \text{ V}$

Helyes válasz: B, 1 pont

Az önindukciós feszültség középértéke $E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

2. Egy soros RL áramkör fázisszöge 45° . Egy kondenzátor sorbakötésével rezonanciába hozzuk, ennek az állapotnak minden paraméterét zéróval indexeljük: I_0, Z_0 , stb. Megkétszerezve az áramforrás frekvenciáját, a mennyiségek: I, Z, φ , stb. A fázisszög értéke:

- A. $\text{tg}\varphi = 3/2$
- B. $\text{tg}\varphi = 2/3$
- C. $\text{tg}\varphi = \sqrt{3}/2$
- D. $\text{tg}\varphi = 2\sqrt{13}$

Helyes válasz: A, 1 pont

A fázisszög értékéből, s a rezonancia tényéből következik hogy

$$X_{L0} = R = X_{C0}$$

A megkétszerezett frekvencián $X_L=2R, X_C=R/2, \text{tg}\varphi = 3/2$

3. Egy rugóra akasztott test harmonikus rezgést végez. Melyik állítás nem igaz?
 - A. A rezgés frekvenciája és amplitúdója ismeretében kiszámítható a maximális sebessége.
 - B. A rezgés frekvenciája és amplitúdója ismeretében kiszámítható a maximális gyorsulása.
 - C. A rezgés frekvenciája és amplitúdója ismeretében kiszámítható a kezdőfázisa.
 - D. A rezgés frekvenciája ismeretében kiszámítható a periódusideje.

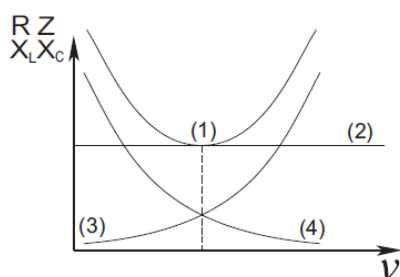
Helyes válasz: C, 1 pont

Bármelyik időpillanatot tekinthetjük kezdeti időpillanatnak, ezért a kezdőfázis értéke nem határozható meg.

4. Melyik állítás 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. az eredő erő az egyensúlyi helyzetben a legnagyobb.
 - D. a test gyorsulása az egyensúlyi helyzetben a legnagyobb.

Helyes válasz: A, 1 pont

Az anyagi pont sebessége a legnagyobb az egyensúlyi helyzeten való áthaladáskor, tehát a mozgási enrgia is akkor a legnagyobb.



5. A mellékelt ábra R, X_L, X_C, Z értékét ábrázolja soros RLC áramkörre a frekvencia függvényében. Melyik válasz párosítja helyesen a grafikon a ellenállások megfelelő típusához?

XI. Osztály

- | | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|
| A. (1)→ R | (2)→ X_L | (3)→ X_C | (4)→ Z |
| B. (1)→ X_L | (2)→ X_C | (3)→ R | (4)→ Z |
| C. (1)→ Z | (2)→ R | (3)→ X_L | (4)→ X_C |
| D. (1)→ Z | (2)→ R | (3)→ X_C | (4)→ X_L |

Helyes válasz: C, 1 pont

6. Egy kötélben a hullámok $v=3$ m/s sebességgel terjednek. Ebből a kötélből egy 6 m hosszú szakaszt mindkét végén rögzítünk. Ebben állóhullámok jöhetnek létre, ha az alábbi frekvenciák valamelyikével hozzuk rezgésbe.

- | | |
|-------------------|---------|
| A. 0,25 Hz | 0,66 Hz |
| B. 0,25 Hz | 0,5 Hz |
| C. 0,33 Hz | 0,66 Hz |
| D. 0,66 Hz | 1,32 Hz |

Helyes válasz: B, 2 pont

Felírható:

$$L = k \cdot \frac{\lambda}{2} = k \cdot \frac{v}{2\nu}$$

$$\nu = k \cdot \frac{v}{2L} = k \cdot \frac{3}{12} = 0,25k$$

7. Egy Y alakú gumikötél két rövid ága $x_1=27$ cm és $x_2=54$ cm hosszú. A két ág egy igen hosszú harmadik ágban folytatódik. A két rövid szár végét azonos $T=0,3$ s periódussal azonos fázisban rezgésben tartják. A két hullám amplitúdója azonos, 3 cm, a terjedés sebessége 90 cm / s. Mekkora a hullámmozgás amplitúdója a harmadik ágban?

- A.** 0 cm
B. 1,5 cm
C. 3 cm
D. 6 cm

Helyes válasz: D, 2 pont

$$\lambda = v \cdot T = 0,27 \text{ m}$$

$\Delta x = 0,27 \text{ m}$ A hullámok azonos fázisban találkoznak, teljes erősítés van. $A' = 2A = 6 \text{ cm}$

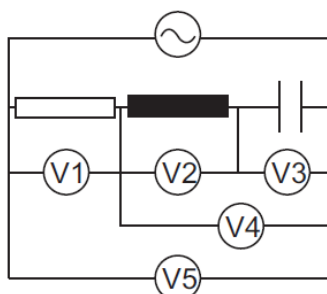
8. Egy pontszerű rezgésforrás rezgései homogén közegben minden lehetséges irányban terjednek. Tőle $r_1 = 10$ cm távolságra a rezgések amplitúdója $A_1 = 4$ mm. Mekkora a rezgések amplitúdója egy olyan pontban, amely $r_2 = 20$ cm –re van rezgésforrástól?

- A.** 4 mm
B. 3 mm
C. 2 mm
D. 1 mm

Helyes válasz: C, 2 pont

Az energiamegmaradásból adódóan $r_1^2 A_1^2 = r_2^2 A_2^2$

$$A_2 = A_1 r_1 / r_2$$



9. A mellékelt ábrán a voltmérők ideálisak és a következő értékeket mutatják:

XI. Osztály

$U_1=5\text{ V}$ $U_2=12\text{ V}$ $U_3=12\text{ V}$
Mit mutat V_4 és V_5 ?

- A. $U_4=24\text{ V}$, $U_5=15\text{ V}$
- B. $U_4=10\text{ V}$, $U_5=17\text{ V}$
- C. $U_4=12\text{ V}$, $U_5=29\text{ V}$
- D. $U_4=0$, $U_5=5\text{ V}$

Helyes válasz: D, 2 pont

Az áramkör rezonanciában van, a reaktív elemekre jutó összefeszültség 0, $U=U_R$

10. Egy váltakozó áramú áramkört egy sorosan kötött ideális tekercs és egy ellenállás alkot. Az áramkör sarkain a fáziseltolódás szöge a feszültség és az áramerősség között $\varphi_1=45^\circ$. Ha egy olyan kondenzátort is bekötünk sorosan az áramkörbe, amelynek kapacitív reaktanciája $X_C=12,7\ \Omega$, a fáziseltolódás szöge az áramkör sarkain $\varphi_2=30^\circ$ lesz. Mennyi az ellenállás értéke?

- A. $R=30\ \Omega$
- B. $R=40\ \Omega$
- C. $R=50\ \Omega$
- D. $R=60\ \Omega$

Helyes válasz: A, 2 pont

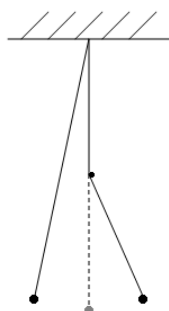
Mivel $\varphi_1=45^\circ$, $X_L=R$ $\frac{R - X_C}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow R = 30\Omega$

11. Egy rugó által létrehozott harmonikus rezgés esetén mekkora kitérésnél egyenlő a rezgő test mozgási energiája és a rugóban tárolt rugalmas energia?

- A. $y=4A$
- B. $y=2A$
- C. $y=\frac{A}{\sqrt{2}}$
- D. $y=A\sqrt{2}$

Helyes válasz: C, 2 pont

A rugalmas helyzeti energia a teljes energia fele, a rugalmas helyzeti energia viszont a kitérés négyzetével arányos.



12. Egy fonálingát kis szöggel kitérítettük, majd elengedtük. A fonál végén lévő test a legalsó pontot 0,5 s alatt érte el. Ebben a helyzetben az inga hosszának pontosan a felénél egy elhanyagolható méretű szögben megakad, de energiavesztés nincs, az inga tovább leng. Mekkora így az inga periódusideje?

- A. 0,85 s
- B. 1,50 s
- C. 1,71 s
- D. 2,00 s

Helyes válasz: C, 2 pont

Kis kitérések esetén a periódusidő nem függ a kitérítéstől és a tömegtől,

XI. Osztály

csak az inga hosszától, mégpedig annak gyökével arányos. Ha az a szög nem lenne ott, az inga lengésének periódusideje $T_1 = 2 \text{ s}$ lenne. A feleakkora hosszúságú inga periódusideje:

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{l}{2}}}{\sqrt{l}} = \frac{2 \text{ s}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{ s}$$

A lengés periódusideje T_1 felének és T_2 felének összege, azaz $T = 1,71 \text{ s}$

13. Egy rugóra akasztott test 3 másodperc alatt öt rezgési periódust végez, amplitúdója 10 cm. Az egyik egyensúlyi helyzetben való áthaladása után hány másodperccel lesz másodszor az egyensúlyi ponttól 5 cm-re?

- A. 0,05 s
- B. 0,25 s
- C. 0,35 s
- D. 0,55 s

Helyes válasz: B, 2 pont

A rezgés frekvenciája $\frac{5}{3} \text{ Hz}$. Ha $t=0$ az egyensúlyi ponton való áthaladáskor, akkor az

aktuális kitérés $y = A \cdot \sin \omega t$, vagyis a feladat szerint $\frac{1}{2} = \sin \omega t$. Ezen összefüggés

második legkisebb pozitív megoldását keressük, ekkor $\sin \omega t = \frac{5\pi}{6}$, vagyis

$$t = \frac{5\pi}{6 \cdot 2\pi f} = 0,25 \text{ s}$$

14. Ha egy anyagi pont egyidejűleg két, egymásra merőleges, Ox és Oy tengely menti rezgésnek van kitéve s ennek eredményeképpen pályája olyan egyenes szakasz, amely áthalad a koordinátarendszer kezdőpontján, akkor a két rezgés közötti fáziskülönbség lehet
- A. $\pi/6$
 - B. $\pi/4$
 - C. $\pi/2$
 - D. π

Helyes válasz: D, 2 pont

Ilyenkor $x=A_1 \sin(\omega t)$, $y=A_2 \sin(\omega t+\pi) = -A_2 \sin(\omega t)$, tehát $y/x = -A_2/A_1$ ami egy egyenes egyenlete. $y=-x A_2/A_1$ Ilyenkor x és y kitérések egymással arányosak, de ellentétes előjelűek, ami az ellentétes fázis ismérve.

15. Rezonancia esetén a külső gerjesztő erő és az anyagi pont kitérése között a fáziskülönbség
- A. 0
 - B. $\pi/2$
 - C. $\pi/4$
 - D. $3\pi/4$

Helyes válasz: B, 2 pont

A gerjesztő erő akkor eredményes, ha egy irányú a rezgő test sebességével, tehát a testet gyorsítja, s így energiát közöl vele.

$$v = \omega A \cos(\omega t)$$

$$F_x = F_0 \cos(\omega t) = F_0 \sin(\omega t + \pi/2)$$

XI. Osztály

$x = A \sin(\omega t)$ tehát a fáziskülönbség $\pi/2$.

16. Egy mindkét irányban végtelen, rugalmas húr mentén, egymástól $d=2\text{m}$ 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. 15 orsó, 15 orsópont
- B. 17 orsó, 17 orsópont
- C. 15 orsó, 17 orsópont
- D. 16 orsó, 17 orsópont

Helyes válasz: C, 4 pont

A húrban terjedő hullámok hullámhossza: $\lambda = \frac{v}{\nu}$

Egy orsó hossza $l = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2 \cdot \nu} = 0,125\text{m} = 12,5\text{cm}$

A források közt kialakult orsók száma páratlan szám kell legyen, mivel $\varphi_{01} = \varphi_{02} = 0$ a források fázisban rezegnek. Tehát $d/2$ -nél van a nulladrendű maximum.

Az orsók száma $\frac{d}{l}$, ha az egész rész páratlan, illetve $\frac{d}{l} - 1$, ha az egész rész páros.

Ha $\frac{d}{l}$ egész szám és páros, akkor a forrásoknál félorsók alakulnak ki: $\frac{d}{l} = 16$

Tehát 15 egész orsó alakul ki, az interferencia-tartomány széleinél pedig egy-egy félorsó, amelyek még tartalmazzák az orsópontokat.

Tehát 15 orsó és 17 orsópont figyelhető meg.

17. Egy vízszintes síkban 40 cm amplitúdójú, 1,4 másodperc periódusidejű harmonikus rezgőmozgást végző vízszintes falapra egy korongot szorítunk, majd amikor a falap az egyensúlyi helyzetén halad át, elengedjük. Mennyi idő múlva fog a korong megcsúszni, ha a lap és a korong közti tapadási súrlódási együttható 0,5?

- A. 0,04 s
- B. 0,09 s
- C. 0,15 s
- D. 0,2 s

Helyes válasz: C, 4 pont

Amíg az érme nem csúszik meg, addig a lap $F = m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$ nagyságú erővel gyorsítja. Akkor fog megcsúszni, amikor ez az erő nagyobb, mint amennyit a tapadási súrlódási erő kompenzálni tud, ekkor $\mu \cdot m \cdot g = m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$

$$\frac{\mu \cdot g}{A \cdot \omega^2} = \sin(\omega t)$$

$$t = \arcsin(0,609) \cdot \frac{0,7}{\pi} \text{ s} \approx 0,15 \text{ s}$$

18. Egy rugóra akasztott test függőleges kitéréssel másodpercenként 3 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?

XI. Osztály

- A. 2 s^{-1}
- B. $2,45 \text{ s}^{-1}$
- C. 3 s^{-1}
- D. $3,67 \text{ s}^{-1}$

Helyes válasz: B, 4 pont

A fő kérdés az, hogy ennek a rugórendszernek mekkora az eredő rugóállandója. Ehhez nézzük meg a két legegyszerűbb esetet, a "sorosan" és "párhuzamosan" összekapcsolt két rugót. Legyen F_1 , F_2 a két rugót külön-külön feszítő erő, D_1 , D_2 a két rugóállandó, F a rendszert feszítő erő, és D az eredő rugóállandó.

Ha két rugót sorosan kapcsolunk össze, akkor mindkettőt ugyanakkora erő feszíti, mindkettő annyira nyúlik meg, mintha egyedül lenne. A közös megnyúlás ezek összege:

$$x = \frac{F}{D_1} + \frac{F}{D_2}$$

Az eredő rugóállandó:

$$D = \frac{F}{\frac{F}{D_1} + \frac{F}{D_2}} = \frac{1}{\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2}}$$

Párhuzamos összekapcsolás esetén a megnyúlások azonosak, de a két rugót feszítő erő nem.

$$x = \frac{F_1}{D_1} = \frac{F_2}{D_2}$$

A rendszert feszítő erő e két erő összege. Az eredő rugóállandó:

$$D = \frac{F_1 + F_2}{x} = \frac{x \cdot D_1 + x \cdot D_2}{x} = D_1 + D_2$$

Vagyis az összekapcsolt rugók a kondenzátorokhoz hasonlóan viselkednek.

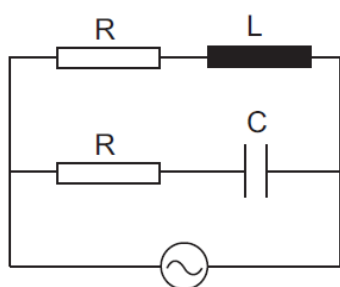
A feladatban szereplő három azonos rugóból kettő van párhuzamosan összekapcsolva, a harmadik meg velük sorosan. Eredő rugóállandójuk:

$$D = \frac{1}{\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_0 + D_0}} = \frac{2}{3} D_0$$

A feladat szerint $f_0 = 3 \text{ s}^{-1}$ Mivel $f \sim \sqrt{D}$, ezért

$$\frac{f}{f_0} = \sqrt{\frac{D}{D_0}} \rightarrow f = f_0 \cdot \sqrt{\frac{\frac{2}{3} D_0}{D_0}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{1}{s} = 2,45 \frac{1}{s}$$

19. A mellékelt ábrán $R=X_L=X_C$, az áramforrás által adott feszültség pillanatnyi értékét a $u = \sqrt{2} U \sin(\omega t + \varphi)$ kifejezés adja meg. A főágbeli áramerősség pillanatnyi értékének a kifejezése



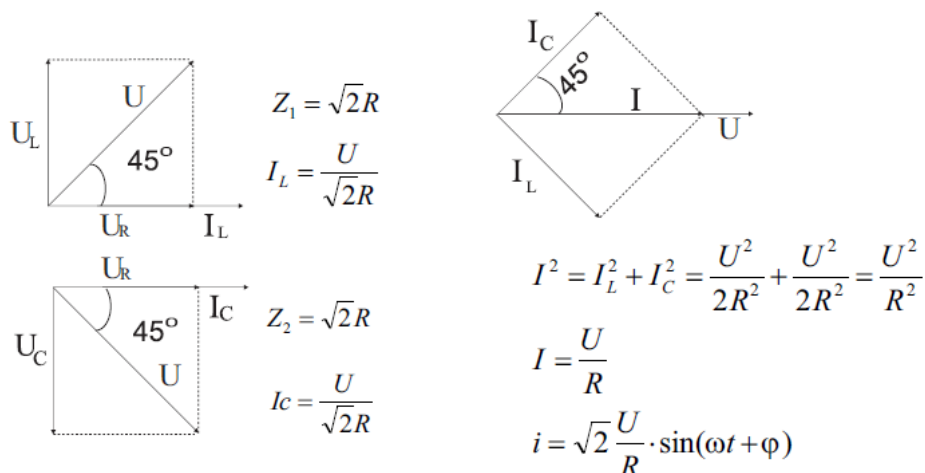
- A. $\sqrt{2} \cdot \frac{U}{R} \cdot \sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{4})$
- B. $\sqrt{2} \cdot \frac{U}{R} \cdot \sin(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{4})$
- C. $\sqrt{2} \cdot \frac{U}{R} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

XI. Osztály

D. $\frac{U}{2R} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

Helyes válasz: C, 4 pont

A fázisdiagramból következik



20. Egy soros RLC áramkört egy ellenállás, egy $X_L=R$ induktív reaktanciával jellemzett ideális tekercs és egy $X_C=2R$ reaktanciájú kondenzátor alkot. Az áramkört egy U effektív feszültséget adó, ν frekvencián működő áramforrás táplálja.

a) A tekercs reaktív teljesítménye

- A. U^2/R
- B. $2U^2/R$
- C. $U^2/2R$
- D. $U^2/(\sqrt{2} R)$

Helyes válasz: C, 4 pont

$I=U/Z$ $Z=\sqrt{R^2 + (R-2R)^2} = \sqrt{2} R$ $P_L=I^2 \cdot X_L=U^2/2R$

b) Hányszorososan kellene megváltoztatni az áramforrás frekvenciáját ahhoz, hogy az ellenállásra jutó feszültség effektív értéke a lehető legnagyobb legyen?

- A. 1
- B. $\sqrt{2}$
- C. $\sqrt{3}$
- D. 2

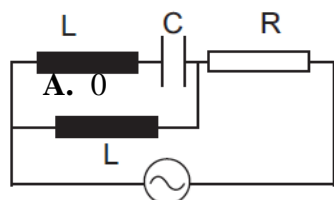
Helyes válasz: B, 4 pont

Az áramkörnek rezonanciában kell lennie. Legyenek X_{L0} és X_{C0} a reaktanciák rezonanciakor.

$X_{L0}=nX_L=nR$ $X_{C0}=X_C/n=2R/n$ $nR=2R/n$ $n^2=2$ $n=\sqrt{2}$

XI. Osztály

- c) A tekercssel és kondenzátorral párhuzamosan kötünk egy, az előzővel azonos tekercset (lásd az ábrát) és az áramkört az U feszültséget adó ν frekvencián működő áramforrásból tápláljuk. Az áramerősség értéke a főágban ebben az esetben

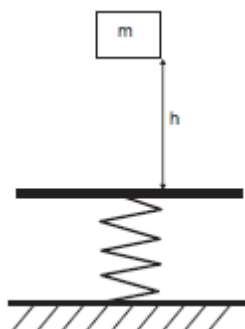


- A. 0
B. U/R
C. $U/(\sqrt{2} R)$
D. $U/(2R)$

Helyes válasz: A, 4 pont

A párhuzamos rész elképzelhető úgy, mintha egy párhuzamos RLC körben az ellenállást tartalmazó ágot megszakítottuk volna. Ez a rész rezonanciában van, mert a felső ág egyenértékű egy $X_C' = R$ reaktivitású kondenzátorral, tehát I_L és I_C fázisvektorainak összege nulla. A főágbeli áramerősség rezonanciakor éppen az ellenálláson áthaladó áram erőssége, ami itt nulla, a megszakítás miatt. Tehát $I=0$.

21. Egy m tömegű test szabadon esik h magasságról egy k rugóállandójú rugóra szerelt elhanyagolható tömegű tálkára. Ezután a tálkával együtt függőleges irányú harmonikus rezgőmozgást végez.



- a) A rezgőmozgás amplitúdója:

- A. $A = \frac{mg}{k}$
B. $A = \frac{mg}{2k}$
C. $A = \frac{mg}{k} \cdot \sqrt{1 + \frac{2hk}{mg}}$
D. $A = \frac{mg}{k} \cdot \sqrt{1 + \frac{hk}{mg}}$

Helyes válasz: C, 4 pont

- b) A rezgés energiája

- A. $E = mgh$
B. $E = mgh + \frac{m^2 g^2}{k}$
C. $E = \frac{mgh}{2}$
D. $E = mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}$

Helyes válasz: D, 4 pont

XI. Osztály

- c) Ezt a kísérletet elvégezzük a laboratóriumban, ott a rezgések periódusa T és egy $a=g/10$ gyorsulással felfelé mozgó liftben, ahol a rezgések periódusa T' . A T/T' arány értéke:

- A. $\frac{1}{0,9}$
B. $\frac{1}{\sqrt{0,9}}$
C. 1
D. $\sqrt{0,9}$

Helyes válasz: C, 4 pont

A test $v=\sqrt{2gh}$ sebességgel esik a tálkára. A test jelenlétében az egyensúlyi helyzet $y=mg/k$ értékkel lennebb lesz. A kezdeti időpillanatban tehát mozgási és helyzeti energiával is rendelkezik a test.

$$mv^2/2 + k y^2/2 = k A^2/2 \quad A = \frac{mg}{k} \cdot \sqrt{1 + \frac{2hk}{mg}}$$

A test teljes energiája $E = mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}$

A szabad rezgések periódusa csak a rezgő anyagi pont tömegétől és a rugóállandótól függ, mindkettő változatlan marad.

Pontozás: 70 pont

feladatok 1- 5: 1 pont

feladatok 6-15: 2 pont

feladatok 16-19: 4 pont

feladatok 20-21: 12 pont

hivatalból: 5 pont

Munkaidő: 2 óra

Mindenkinek eredményes
versenyzést kívánunk!

Bolyai Farkas Fizika Tantárgyverseny 2015

Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely

XI. Osztály