

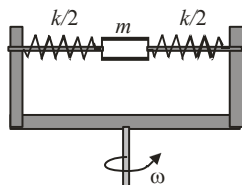
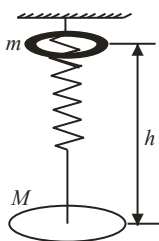
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Задаци за окружно такмичење ученика средњих школа

III разред

9.04.2005.

1. Завојница индуктивности $L = 3 \cdot 10^{-5} \text{H}$ спојена је са равним кондензатором између чијих плоча се налази диелектрик релативне диелектричне пропустљивости ϵ_r . Површина једне од плоча је $S = 100 \text{cm}^2$, а растојање између плоча $d = 0.1 \text{mm}$. Одредите релативну диелектричну пропустљивост ϵ_r ова контура ступа у резонанцију са електромагнетним таласом таласне дужине $\lambda = 750 \text{nm}$. (Млади физичар бр. 97/98)
2. Диск масе M обешен је о опругу коефицијента еластичности k . Са висине h на диск падне прстен масе m , при чему систем почне хармонијски да осцилује (слика 1). Ако је судар диска и прстена апсолутно нееластичан, одредити амплитуду осциловања система. Масу опруге занемарити.
3. Систем приказан на слици 2 може да ротира око осовине угаоном брзином ω . Тело масе m може да клизи без трења по шипки и спојено је са зидовима опругама коефицијента еластичности $k/2$, које нису деформисане када је тело на оси ротације. Одредити период малих осцилација тела.
4. Нека систем из претходног задатка не ротира, и нека је тело које осцилује сирена масе $m = 50 \text{g}$, која емитује звук фреквенције $\nu_0 = 1000 \text{Hz}$. Одредити интервал фреквенција звука који чује човек који стоји на правцу осциловања сирене ако је амплитуда осцилација сирене $A = 10 \text{cm}$. Кофицијенти еластичности опруга су $\frac{k}{2} = 500 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Брзина простирања звука у ваздуху је $u = 340 \text{m/s}$.
5. У колу приказаном на слици, генератор простопериодичне наизменичне струје увек даје колу струју ефикавне вредности I , независно од импеданце кола (такозвани струјни извор), и кружне фреквенције ω . Индуктивност соленоида у колу је L , а отпорност отпорника R . Колики све може да буде капацитет кондензатора C да се ефикавни напон на крајевима извора не мења при отварању и затварању прекидача К?



Решења задатака за окружно такмичење ученика средњих школа

III разред

9.04.2005.

$$1. \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3\text{п}) \Rightarrow \lambda = 2\pi c\sqrt{LC} \quad (3\text{п}), \text{ где је } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.} \Rightarrow C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 L} \quad (2\text{п})$$

Комбиновањем претходне релације са $C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$ (2п), при чему је $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, следи

$$\text{да је } \varepsilon_r = \frac{\lambda^2 d}{4\pi^2 c^2 L \varepsilon_0 S} \approx 6 \quad (5\text{п}).$$

2. Диск пада брзином $v = \sqrt{2gh}$ (1п). Из закона одржања импулса $mv = (m+M)v_1$ (4п) следи да

је брзина система масе $(m+M)$ непосредно после судара $v_1 = \frac{mv}{m+M} = \frac{m}{m+M} \cdot \sqrt{2gh}$ (4п).

Систем масе $(m+M)$ ће хармонијски осциловати око неког равнотежног положаја помереног за Δx . Из једначине $mg = k\Delta x$ следи да је $\Delta x = mg/k$ (3п). Из закона одржања енергије

$$\frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{k(\Delta x)^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \quad (6\text{п}), \text{ следи да је амплитуда } A = \sqrt{\frac{m^2 g^2}{k^2} + \frac{2m^2 gh}{k(m+M)}} \quad (7\text{п}).$$

3. Једначина кретања тела дуж шипке $ma_x = -kx + F_{cf} = -kx + m\omega^2 x$ (8п), може се свести на једначину линеарног хармонијског осцилатора $a_x + \left(\frac{k}{m} - \omega^2\right)x = 0$ (7п). Следи да је

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m} - \omega} \quad (3\text{п}), \text{ односно тражени период } T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\frac{k}{m} - \omega^2}} \quad (2\text{п}).$$

4. Минималну и максималну фреквенцију човек чује када извор пролеће кроз равнотежни положај удаљавајући (3п), односно приближавајући (3п) се брзином која следи из закона одрж.

енергије $\frac{mv^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$ (4п), $v = A \cdot \sqrt{k/m}$ (2п). Према једначини за Доплеров ефекат је

$$\nu_{\min} = \nu_0 \frac{u}{u+v} = 0.96\text{kHz} \quad (4\text{п}), \text{ а } \nu_{\max} = \nu_0 \frac{u}{u-v} = 1.043\text{kHz} \quad (4\text{п}).$$

5. Ефективне вредности напона на крајевима извора при отвореном и затвореном прекидачу износе, редом:

$$U_1 = I \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad (3\text{п}) \text{ и } U_2 = I \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \quad (3\text{п}).$$

Оне су једнаке ако је: $\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 = (L\omega)^2$ (5п), тј. $L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm L\omega$ (2п), односно

$$C = 1/2L\omega^2 \quad (5\text{п}) \quad \text{или} \quad C = \infty \quad (2\text{п})$$