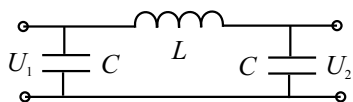


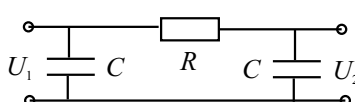
ОКРУЖНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2002/2003. ГОДИНЕ

Задаци за III разред

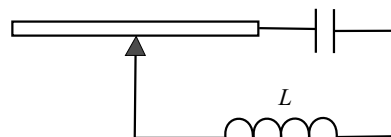
- У акцелераторској комори се по кругу полупречника R креће у танком снопу n електрона који су равномерно распоређени по орбити. Магнетни флуks кроз површину обухваћену снопом мења се са временом по закону $\Phi = \alpha t$. Ако је у неком тренутку јачина струје снопа I_0 , колика је јачина струје снопа I након једног обиласка електрона по орбити? Маса електрона је m_e . (Млади физичар, Посебна свеска, 1997/98.) (20 п.)
- Две непокретне концентричне кружнице полупречника R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$) равномерно су наелектрисане, при чему је подужно наелектрисање (наелектрисање по јединици дужине) веће кружнице $\lambda > 0$, а мање кружнице $-\lambda$. Наелектрисано тело масе m и наелектрисања $q > 0$ налази се у заједничком центру кружница. Оно се затим изведе из овог положаја за мало растојање у правцу нормалном на раван у коме леже кружнице и пусти се без почетне брзине. Покажите да ће тело хармонијски осциловати и одредите период T ових осцилација. (20 п.)
- На сликама 1 и 2 су приказана два филтерска кола. Капацитети свих кондензатора су једнаки и износе $C = 10 \mu\text{F}$. Из услова да на фреквенцији $\nu = 100 \text{ Hz}$ однос амплитуда улазног напона U_1 и излазног напона U_2 износи 10 на оба филтера, одредите индуктивност завојнице L и отпорност R . (20 п.)



Слика 1

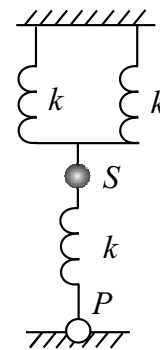


Слика 2



Слика 3

- Метални штап дужине l , Јанговог модула еластичности E_Y и густине ρ укљештен је на средини. На једном крају штапа налази се причвршћена лака метална квадратна плочица стране a (слика 3), а наспрам ње на растојању d причвршћена је још једна таква плочица. У електрично коло прикључен је и калем индуктивности L . Колика је резонантна фреквенција ν овог кола када штап мирује, а колика када врши лонгитудиналне осцилације са амплитудом x_0 ? (20 п.)
- Систем приказан на слици 4 састоји се од сирене S масе $m = 1 \text{ kg}$ и три опруге истих коефицијената еластичности $k = 100 \text{ N/m}$. Сирена може хармонијски да осцилује по закону $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$, где је φ почетна фаза. У тренутку $t = 0$ сирена је удаљена $x_1 = 5 \text{ mm}$ од свог равнотежног положаја и удаљава се од њега брзином интензитета $v_1 = 7 \text{ cm/s}$. Сирена током осциловања емитује звук непознате таласне дужине λ_0 . Пријемник P , који мирује, региструје разлику $\Delta \lambda = 1 \text{ mm}$ између максималне и минималне таласне дужине звука који до њега допире. Сматрајући да нема интерференције, одредити непознату таласну дужину λ_0 . Брзина звука у ваздуху је $u = 330 \text{ m/s}$. (20 п.)



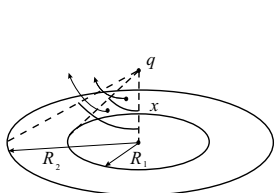
Слика 4

Задатке припремила: Татјана Тошић
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић

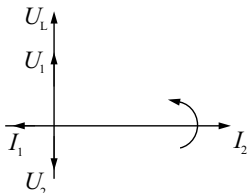
ОКРУЖНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2002/2003. ГОДИНЕ

Решења задатака за III разред

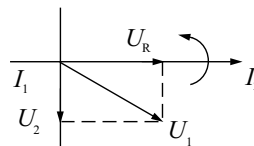
1. Јачина струје снопа је $I = ne/T$ [2 п], где је период обиласка кружнице $T = 2R\pi/v$ [2 п], а v је интензитет брзине електрона. Одавде је $I = nev/2R\pi$ [1 п], па је за посматрани тренутак интензитет брзине електрона $v_0 = 2R\pi I_0/ne$ [2 п]. Према Фарадејевом закону, у колу се индукује електромоторна сила $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \alpha$ [3 п]. Према закону одржања енергије, рад сила индукованог електричног поља једнак је промени кинетичке енергије електрона, па је након једног обиласка $mv^2/2 = mv_0^2/2 + e\mathcal{E}$ [7 п], одакле је $v = \sqrt{\left(\frac{2R\pi I_0}{ne}\right)^2 + \frac{2e\alpha}{m}}$ [2 п], односно $I = nev/2R\pi = \sqrt{I_0^2 + \frac{n^2 e^3 \alpha}{2R^2 \pi^2 m}}$ [1 п].
2. Резултантне Кулонове силе којима кружнице делују на тело су нормалне на раван кружница. Сила која потиче од мање кружнице је усмерена ка центру кружница, а сила која потиче од веће кружнице у супротном смеру [2 п]. Ако су $Q_1 = -2R_1\pi\lambda$ [1 п] и $Q_2 = 2R_2\pi\lambda$ [1 п] количине наелектрисања на кружницама, интензитет силе која делује на тело је $F = F_1 - F_2$, где је $F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q|Q_1|}{x^2 + R_1^2} \cos\theta$ [3 п] и $F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ_2}{x^2 + R_2^2} \cos\varphi$ [3 п], уз ознаке са слике 1. Како је $\cos\theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + R_1^2}}$ [1 п] и $\cos\varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + R_2^2}}$ [1 п], за интензитет силе F која делује на тело добијамо (узимајући у обзир да је x мала величина) $F \approx \frac{q\lambda}{2\epsilon_0} (1/R_1^2 - 1/R_2^2) x = kx$ [4 п]. Ова сила је пропорционална са растојањем од равнотежног положаја и усмерена ка њему, што значи да ће тело хармонијски осциловати [2 п]. Период ових осцилација је $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{2\epsilon_0 m/q\lambda(1/R_1^2 - 1/R_2^2)} = 2\pi R_1 R_2 \sqrt{2\epsilon_0 m/q\lambda(R_2^2 - R_1^2)}$ [2 п].



Слика 1



Слика 2



Слика 3

3. На фазном дијаграму са слике 2 фазор струје у грани са улазним кондензатором је I_1 , I_2 је фазор струје у грани са завојницом и кондензатором, а U_L је фазор напона на крајевима завојнице. Са дијаграма следи $U_L - U_2 = U_1$, односно $I_2 L\omega - I_2/C\omega = I_1/C\omega$ [3 п]. Како је $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2}$ [3 п], из претходне једначине следи $L = 11/C\omega^2 = 11/4\pi^2 C\nu^2$ [3 п], односно $L \approx 2.8\text{H}$ [1 п]. На слици 3 је фазни дијаграм за други филтер, уз исте ознаке као на слици 2, само што је са U_R означен фазор напона на отпорнику R . Како је $\tan\varphi = 1/RC\omega$ [3 п] и $\sin\varphi = U_2/U_1 = 1/10$ [3 п], користећи $\tan\varphi = \frac{\sin\varphi}{\sqrt{1-\sin^2\varphi}}$ добијамо $R = \sqrt{99}/C\omega = \sqrt{99}/2\pi C\nu$ [3 п], односно $R \approx 1.6\text{k}\Omega$ [1 п].
4. Без осцилација, резонантна фреквенција је $\nu = 1/2\pi\sqrt{LC}$, где је $C = \epsilon_0 a^2/d$, тј. $\nu = \sqrt{d/L\epsilon_0}/2\pi a$ [4 п]. У другом случају, таласне дужине стојећих таласа λ_n су дате са $l = (2n+1)\lambda_n/2$ [5 п], где је n природан број. Интензитет брзине ових таласа је $v = \sqrt{E_Y/\rho}$ [2 п], па су фреквенције осцилација $\omega_n = 2\pi\lambda_n/v = 4\pi l/(2n+1)v = 4\pi l\sqrt{\rho/E_Y}/(2n+1)$ [4 п]. Растојање између плочица је $d + x_0 \sin\omega_n t$ [3 п], а резонантна фреквенција кола је временски зависна и износи $\nu_n = \sqrt{(d + x_0 \sin\omega_n t)/L\epsilon_0}/2\pi a$ [2 п].
5. Минимална таласна дужина звука на пријемнику је $\lambda_{min} = \lambda_0 \frac{u-x_0\omega}{u}$ [2 п], а максимална износи $\lambda_{max} = \lambda_0 \frac{u+x_0\omega}{u}$ [2 п]. Одавде је $\lambda_0 = \frac{u\Delta\lambda}{2x_0\omega}$ [1 п]. Из $x_1 = x_0 \sin\varphi$ [2 п] и $v_1 = x_0\omega \cos\varphi$ [2 п], следи $\varphi = \arctan(x_1\omega/v_1)$ [2 п]. Користећи релацију $\sin\varphi = \frac{\tan\varphi}{\sqrt{1+\tan^2\varphi}}$, за амплитуду осциловања добијамо $x_0 = \sqrt{v_1^2 + x_1^2\omega^2}/\omega$ [3 п], па је $\lambda_0 = u\Delta\lambda/2\sqrt{v_1^2 + x_1^2\omega^2}$. Како је еквивалентан коефицијент еластичности за систем $3k$, следи $\omega^2 = 3k/m$ [2 п], па је $\lambda_0 = u\Delta\lambda/2\sqrt{v_1^2 + 3kx_1^2/m}$ [3 п], односно $\lambda_0 \approx 3\text{m}$ [1 п].

Задатке припремила: Татјана Тошић
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић