

FYS-1190 Insinöörifysiikka K II

Tentti, 12.5.2008

Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakoelmia ei saa käyttää.

1. Harmonisen värähtelijän paikkakoordinaatti on $x = 3.8 \cos(5\pi t / 4 + \pi / 6)$, missä aika t on sekunteina ja paikka x metreinä. Mikä on värähtelijän (a) taajuus ja jakso, (b) paikka ja nopeus hetkellä $t = 0$ ja (c) nopeus ja kiihtyvyys hetkellä $t = 2.0$ s.

2. Paloauton sireenin lähettämän äänen taajuus on 1350 Hz. Mikä on kuuntelijan havaitsema taajuus, kun kuuntelija liikkuu nopeudella 30 m/s (a) auto kohti ja (b) autosta poispäin? Äänen nopeus ilmassa on 340 m/s.

3. Onton eristepallon sisäsäde on r_1 ja ulkosäde r_0 . Pallossa on tasaisesti jakautuneena kokonaisvaraus Q . Laske sähkökenttä alueissa $r < r_1$, $r_1 < r < r_0$ ja $r > r_0$. Käytä laskussa Gaussin lakia.

4. Alumiinista valmistettu johdin kytketään tarkkaan jännitelähteeseen, jonka lähdejännite on 10.00 V. Johtimessa kulkeva virta on 0.4212 A lämpötilassa 20° C. Kun johtimen virta mitataan toisissa olosuhteissa, saadaan arvoksi 0.3818 A. Mikä on uusi lämpötila. Alumiinin resistiivisyys lämpötilassa 20° C on $2.65 \cdot 10^{-8}$ Ω m ja resistiivisyyden lämpötilakerroin 0.00429 ($^\circ$ C) $^{-1}$.

5. Ympyrän muotoinen silmukka on 0.75 T magneettikentässä. Kenttä on homogeeninen ja silmukan tasoa vastaan kohtisuorassa. Silmukan halkaisija pienenee arvosta 20.0 cm arvoon 6.0 cm ajassa 0.50 s. (a) Kuinka suuri sähkömotorinen voima silmukkaan indusoituu? (b) Mikä on silmukan virta, jos sen resistanssi on 2.5 Ω . (c) Tee piirros, josta ilmenee magneettikentän suunta ja silmukkaan indusoituneen virran suunta.

Ympyrän kehä on $2\pi r$. Ympyrän pinta-ala on πr^2 . Pallon pinta-ala on $4\pi r^2$. Pallon tilavuus on $\frac{4}{3}\pi r^3$.

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$$

FYS-1190 Insinöörifysiikka K II: kaavakokoelma

Värähtely

$$f = 1/T, \quad \omega = 2\pi f$$

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\phi = \arctan\left(-\frac{v_0}{\omega x_0}\right)$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}}$$

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$x = A e^{-\beta t} \cos(\omega' t + \phi)$$

$$\beta = b/2m$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$$

Mekaaniset aallot

$$v = \lambda f, \quad k = 2\pi/\lambda$$

$$y(x, t) = A \sin(\omega t - kx)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

$$v = \sqrt{F/\mu} = \sqrt{B/\rho} = \sqrt{Y/\rho}$$

$$y(x, t) = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$$

$$f_n = nv/2L$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$$

$$f_{\text{beat}} = f_a - f_b$$

$$f_L = \left(\frac{v - v_L}{v - v_S} \right) f_S$$

$$\sin \alpha = v/v_S$$

Sähkökenttä

$$\vec{F}_{ab} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a q_b}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$$

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

DC-piirit

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}, \quad K = \frac{V_0}{V}$$

$$C = \sum C_i, \quad \frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$\vec{j} = nq\vec{v}_d, \quad j = \frac{I}{A}$$

$$V = RI$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A}$$

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$R = \sum R_i, \quad \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

$$\sum i_{\text{tulevat}} = \sum i_{\text{lähtevät}}$$

$$A(t) = A_0 e^{-t/\tau}$$

$$\tau = RC, \quad \tau = L/R$$

Magneettikenttä

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = \int I d\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{\mu} = NI\vec{A}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum i$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$$

$$= \mu_0 \left(\sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$

Induktio ja AC-piirit

$$E = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$E = -L \frac{di}{dt}$$

$$Li = N\Phi_B$$

$$L = \mu_0 n^2 S \ell$$

$$U = \frac{1}{2} Li^2$$

$$\tau = L/R$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_C = 1/\omega C, \quad X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

Sähkömagn. aallot

$$c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$E_0 = cB_0$$

$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$B_z = B_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$k = 2\pi/\lambda$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$