

## FYS-1190 Insinöörifysiikka K II

1. välikoe, 1.3.2010

*Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.*

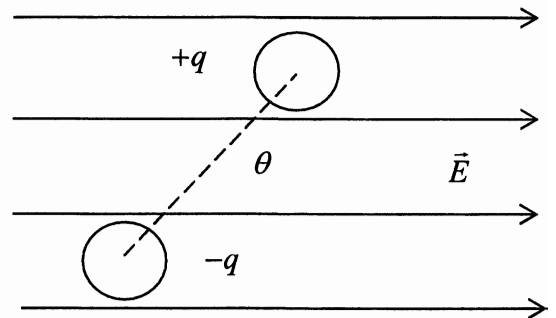
**1.** Puinen lankku asetetaan  $5.00\text{ m}$  leveän ojan yli ja päät kiinnitetään alustaan. Lankun puolivälissä seisova fysiikan opiskelija alkaa hyppiä lankun päällä ponnistaen ylöspäin kaksi kertaa sekunnissa. Lankku värähtelee suurella amplitudilla niin, että amplitudin maksimi on lankun puolivälissä. (a) Mikä on poikkitaisten aaltojen nopeus lankussa? (b) Missä tahdissa opiskelijan tulisi hyppiä, jotta lankku värähtelisi suurella amplitudilla, kun opiskelijan etäisyys lankun päästä on  $1.25\text{ m}$ ?

**2.** Suojatiellä seisova jalankulkija mittaa suoraan kohti tulevan ambulanssin sireenin taajuudeksi  $560\text{ Hz}$ . Kun ambulanssi on ohittanut jalankulkijan ja kulkee suoraan pois päin, havaittu taajuus on  $480\text{ Hz}$ . Laske ambulanssin nopeus, kun äänen nopeus on  $343\text{ m/s}$ .

**3.** Johtavan putken sisäsäde on  $a$  ja ulkosäde  $b$ . Putkessa on tasainen viivavaraustiheys  $\lambda$ . Laske putken sähkökenttä alueissa  $r < a$ ,  $a < r < b$  ja  $r > a$ , missä  $r$  on etäisyys putken symmetriakselilta. Voit olettaa, että putki on äärettömän pitkä.

**4.** Laske dipolin potentiaalienergia homogeenisessa ulkoisessa kentässä, kun varausten kautta kulkeva suora muodostaa kulman  $\theta$  sähkökentän  $\vec{E}$  kanssa. Ilmoita selvästi, mihin olet sijoittanut energian nollakohdan.

**5.** Suunnittele tasolevykondensaattori, jonka kapasitanssi on  $3.6\text{ nF}$  ja jännitekesto  $40\text{ kV}$ . Eristeenä käytetään polystyreeniä, jonka dielektrisyysvakio on  $2.6$  ja läpilyöntikestävyys  $25\text{ MV/m}$ . Tee mitoitus niin, että levyjen ala on mahdollisimman pieni.



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

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

## FYS-1190 Insinöörifysiikka K II: kaavakokoelma

### Värähtely

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

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

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

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

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

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

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

$$\beta = b/2m$$

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

### Mekaaniset aallot

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

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

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

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

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

$$f_n = nv/2L$$

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

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

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

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

### Sähkökenttä

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

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

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

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

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

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

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

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial x} \hat{i} - \frac{\partial V}{\partial y} \hat{j} - \frac{\partial V}{\partial z} \hat{k}$$

### DC-piirit

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

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

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

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

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

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

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

$$V = RI$$

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

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

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

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

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

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

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

### Magneettikenttä

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

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

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

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

$$\vec{\mu} = N I \vec{A}$$

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

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

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

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

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

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

### Induktio ja AC-piirit

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

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

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

$$Li = N\Phi_B$$

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

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

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

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

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\omega = 2\pi f$$

### Sähkömagn. aallot

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

$$E_0 = cB_0$$

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

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

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