

## FYS-1190 Insinöörifysiikka K II

1. välikoe, 09.02.2009

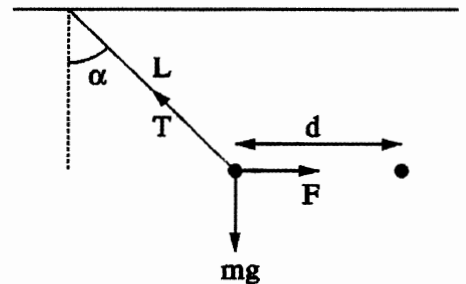
*Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.*

**1.** Kappale, jonka massa on  $m$ , on vaakasuoralla kitkattomalla alustalla. Kappaleeseen kiinnitetään jousi, jonka jousivakio on  $k$ , ja jousen toinen pää seinään niin, että saadaan harmoninen värähtelijä. Värähtelijän maksimipoikkeama tasapainosta on  $A$ . (a) Mikä on värähtelijän nopeuden maksimiarvo? (b) Millä etäisyydellä tasapainoasemasta värähtelijän nopeus on puolet maksimista? Ilmoita paikka amplitudin  $A$  avulla. (c) Paljonko on värähtelijän potentiaalienergia tässä kohdassa? Ilmoita tulos värähtelijän kokonaisenergian avulla.

**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.** Onton johdepallon sisäsäde on  $a$  ja ulkosäde  $b$ . Pallossa ei ole nettovarausta. Pallon keskipisteeseen asetetaan pistevarausta  $q$ . Laske sähkökenttä alueissa  $r < a$ ,  $a < r < b$  ja  $r > b$  Gaussin lakia käyttäen.

**4.** Kahdella partikkelilla (mustat pallot kuvassa) on sama massa,  $2.6 \text{ g}$ , ja sama mutta vastakkaismerkkinen varaus  $q$ . Toinen partikkeleista kiinnitetään kattoon  $35 \text{ cm}$  pitkällä narulla. Kattoon ripustettu partikkeli on tasapainossa, kun toinen partikkeli on  $25 \text{ cm}$  etäisyydellä (vaakasuoraan) ja naru muodostaa  $45^\circ$  kulman pystysuoran kanssa. Laske varauksen suuruus.



**5.** Neljä samanlaista varausta  $q = 60 \mu\text{C}$  on alussa levossa äärettömän kaukana toisistaan, jolloin niiden kineettinen ja potentiaalienergia on nolla. Laske tarvittava työ, kun varaukset siirretään neliön nurkkiin, kun neliön sivun pituus on  $d = 5.0 \text{ cm}$ . Voit tarkastella varauksia pistemäisinä.

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

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

## FYS-1190 Insinöörifysiikka K II: kaavakokoelma

### Värähtely

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta = b/2m$$

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

### Mekaaniset aallot

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

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

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

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

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

$$f_n = nv/2L$$

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

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

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

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

### Sähkökenttä

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

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

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

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

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

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

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

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

### 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

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

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

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

$$Li = N\Phi_B$$

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

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

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

### Sähkömagn. aallot

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

$$E_0 = cB_0$$

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

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

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