

FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset

Tentti, 30.10.2011

Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää. Funktiolaskin sallittu, graafinen tai ohjelmoitava ei.

1. Kuparijohdin, jonka säde on 0.78 mm , on talon rakenteiden sisällä niin, että sen pituutta ei voida suoraan mitata. Mikä on johtimen pituus, jos sen resistanssi on $23 \text{ m}\Omega$? Kuparin resistiivisyys on $1.673 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

2. Ohuella tasaisesti varatulla pallonkuorella on kokonaisvaraus -87 nC . Pallonkuoren säde on $r_0 = 55 \text{ mm}$. (a) Mikä on pallonkuoren pintavaraustiheys σ ? (b) Laske sähkökenttä etäisyyksillä 25 mm ja 75 mm kuoren keskipisteestä.

3. Ympyrärengas (säde 45 mm) on homogeenisessa magneettikentässä, joka on kohtisuorassa renkaan tasoa vastaan. Kentän arvo muuttuu tasaisesti arvosta 240 mT arvoon 360 mT ajassa 120 ms . (a) Laske renkaan läpi kulkeva vuo alussa ja lopussa ja (b) renkaaseen indusoituva sähkömotorinen voima. (Ympyrälle $A = \pi r^2$)

4. Vaihtovirtapiirissä on 2.3 pF kondensaattori ja $1.2 \mu\text{H}$ käämi sarjaan kytkettynä. (a) Mikä on piirin resonanssitaajuus? (b) Mikä on piirin virran ja jännitteen välinen vaihesiirto a - kohdan taa-juudella, jos piiriin lisätään 120Ω sarjavastus?

5. Bohrin atomimallin mukaan Rydbergin vakio R (kun ytimen oletetaan olevan paikoillaan) on

$$R = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c}$$

Mikä on sellaisen fotonin energia elektronivolteissa, jonka aallonpituus on R^{-1} ?

Ympyrän pinta-ala $A = \pi r^2$. Pallon pinta-ala $a = 4\pi r^2$ ja tilavuus $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

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

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ mkg} / \text{C}^2$$

$$c = 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset

Sähkökenttä

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

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

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

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

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

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

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

$$V = \frac{U}{q_0}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

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

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

$$V = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

DC-piirit

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

$$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$$

$$K = \frac{V_0}{V}$$

$$C = \sum C_i$$

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

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

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

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

$$\vec{j} = nq\vec{v}_d$$

$$j = \frac{I}{A}$$

$$V = RI$$

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

$$\sigma = 1/\rho$$

$$R = \sum R_i$$

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

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

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

$$\tau = RC$$

Magneettikenttä

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Induktio ja AC-piirit

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

$$E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

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

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

$$Li = N\Phi_B$$

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

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

$$\tau = L/R$$

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

$$X_C = 1/\omega C$$

$$X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

Magnetisaatio

$$u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$\vec{m} = - \frac{e}{2m_e} \vec{L}$$

$$\vec{m} = - \frac{e}{m_e} \vec{S}$$

$$\vec{M} = \frac{C\vec{B}}{\mu_0 T}$$

$$\vec{B} = \mu\vec{H} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M})$$

Sähkömagn. aallot

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

$$E_0 = cB_0$$

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

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

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

Suhteellisuusteoria

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

$$\bar{\gamma} = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - vu_x/c^2}$$

$$\bar{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$K = mc^2(\gamma - 1)$$

$$E = K + mc^2 = \gamma mc^2$$

Kvanttimekaniikka

$$P = e\sigma AT^4$$

$$E = nhf$$

$$R_f = \frac{2\pi hf^3}{c^2 (e^{hf/kT} - 1)}$$

$$K_{\max} = hf - \phi$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos\theta)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$L = \frac{nh}{2\pi}$$

$$E_n = - \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2 n^2}$$

$$h\nu = E_i - E_f$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$h = h/2\pi$$

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{1}{2} \hbar$$

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{1}{2} \hbar$$

$$dP = |\Psi(x, y, z)|^2 dV$$

$$- \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} \right) + U\Psi = E\Psi$$

$$E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2mL^2}$$

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

$$E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega = (n + \frac{1}{2}) hf$$

$$E_n = - \frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

$$L = \sqrt{\ell(\ell + 1)} \hbar$$

$$L_z = m_l \hbar$$

Kiint. olom. fysiikka

$$g(E) = \frac{L^3 (2m)^{3/2}}{2\pi^2 \hbar^3} \sqrt{E}$$

$$p(E) = \frac{1}{e^{(E - E_F)/kT} + 1}$$

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n_e)^{2/3}$$

Ydinfysiikka

$$A = Z + N$$

$$R \approx R_0 A^{1/3}$$

$$B = (ZM_H + Nm_n - M_a)c^2$$

$$B = C_1 - C_2 A^{2/3} - C_3 Z(Z - 1)/A^{1/2}$$

$$A = -dN/dt$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

$$Q_{\beta^-} = (M_P - M_D)c^2$$

$$Q_{\beta^+} = (M_P - M_D - 2m_e)c^2$$

$$a + X \rightarrow Y + b$$