

FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset (Pankaluoto)

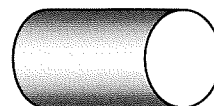
Tentti 6.5.2019

Vastaukset: Pankaluoto, Sg224

Kääntöpuolella on kaavoja, muuta kirjallisuutta ei saa käyttää. Laskin tulee olla laskinohjeessa mainittua tyyppiä.

2. välikoe: tehtävät 1-5. Tentti: tehtävät 3-7.

1. Sinimuotoinen sähkömagneettinen aalto, jonka aallonpituus on 435 nm etenee tyhjiössä negatiivisen z -akselin suuntaan. Sähkökentän amplitudi on $2.70 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ ja se on positiivisen x -akselin suuntaan. (a) Laske aallon taajuus ja magneettikentän amplitudi. (b) Kirjoita vektorimuotoinen lauseke magneettikentälle ajan ja paikan funktiona.
2. Erään atomin virittämiseen perustilalta alimmalle viritystilalle tarvitaan 3.0 eV energiaa. Jos atomin elektronia mallinnetaan partikkelina äärettömän syvässä yksiulotteisessa potentiaalilaatikossa, laske laatikon leveys.
3. Vaihtovirtapiiri muodostetaan kytkemällä 200Ω vastus, 0.400 H käämi ja $6.00 \mu\text{F}$ kondensaattori sarjaan ja liittämällä kytkentä vaihtojännitelähteeseen. (a) Laske piirin impedanssi ja piirrä osoitindiagrammi (periaatteellinen, ei tarvitse olla mittakaavassa) kulmataajuudella 400 rad/s . (b) Laske piirin vaihesiirtokulma ja ilmoita, onko piirissä jännite vai virta edellä
4. Kaliumin työfunktio on 2.3 eV . Näytteen pinnalle tulee säteilyä aallonpituudella 250 nm . Laske (a) pysäytyspotentiaali, (b) elektronien kineettisten energioiden maksimi elektronivolteissa.
5. Preparaatti sisältää n_0 kappaletta radioaktiivisia jodiytimiä ($Z = 131$, puoliintumisaika 8 vrk). Kuinka paljon aktiivisia ytimiä on jäljellä 28 vrk :n kuluttua?
6. Kondensaattorit $C_1 = 6.0 \mu\text{F}$ ja $C_2 = 3.0 \mu\text{F}$ kytketään sarjaan ja varataan jännitteellä $V_{ab} = 18 \text{ V}$. Laske kytkennän kokonaiskapasitanssi ja kondensaattorien varaukset ja jännitteet.
7. Valokopiokoneen rumpu on sylinteri, jonka vaippapinnan pinta-ala on sama kuin A4-kokoisen paperiarkin, jonka mitat ovat $210 \times 297 \text{ mm}$. Mikä kokonaisvaraus rummun vaippapinnalla tulee olla, että sähkökenttä juuri pinnan ulkopuolella olisi $1.50 \cdot 10^5 \text{ N/C}$? Voit olettaa, että kenttä on sylinterisymmetrinen.



Vakioita

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

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

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

$$\hbar = h / 2\pi$$

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

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

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

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

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

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

$$C = \sum C_i$$

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

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

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

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

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

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

$$V = RI$$

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

$$\sigma = 1/\rho$$

$$R = \sum R_i$$

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

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

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

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

Magneettikenttä

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Induktio ja AC-piirit

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

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

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

$$Li = N\Phi_B$$

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

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

$$\tau = L/R$$

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

$$X_C = 1/\omega C$$

$$X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

Magnetisaatio

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

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

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

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

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

Sähkömagn. aallot

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

$$E_0 = cB_0$$

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

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

$$\lambda f = c$$

$$\omega = 2\pi f$$

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

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

Suhteellisuusteoria

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

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

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

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

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

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

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

Kvanttimekaniikka

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

$$E = nhf$$

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

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

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

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

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

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

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

$$hf = E_2 - E_1$$

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

$$\hbar = h/2\pi$$

$$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$$

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar$$

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

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

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

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

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

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

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

$$L_z = m_\ell \hbar$$

Kiint. olom. fysiikka

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

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

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

Ydin fysiikka

$$A = Z + N$$

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

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

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

$$A = -dN/dt$$

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

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

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

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

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