TTY/Fysiikan laitos

7200023 Insinöörifysiikka II, AuRTe (Pankaluoto)

Tentti, 11.05.2004

Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.

1. Avaruudessa on homogeeninen sähkökenttä $\bar{E} = (-220\ V/m)\bar{i}$. Mikä on pisteiden (1.5 m, 0, 0) ja (3.0 m, 0, 0) välinen potentiaero?

2. Johda kaava, josta voidaan laskea kokonaisinduktanssi, kun kaksi käämiä (induktanssit L_1 ja L_2) kytketään (a) sarjaan, (b) rinnan.

3. Sähkömagneettisen aallon sähkökenttä saadaan lausekkeesta

$$\bar{E}(y,t) = -(3.10 \cdot 10^5\ V/m)\bar{k} \sin\left[ky - (12.65 \cdot 10^{12}\ rad/s)t\right].$$

(a) Mihin suuntaan aalto etenee? (b) Mikä on aallonpituus? (c) Kirjoita *vektorimuotoinen* lauseke aallon magneettikentälle.

4. (a) Elektronin irrottamiseen metallisesta natriumista tarvitaan 2.28 eV energiaa. Riittääkö punainen valo aallonpituudella 678 nm käynnistämään fotoemission? (Laskut paperille, pelkkä vastaus ei riitä.) (b) Mikä on suurin mahdollinen fotonin aallonpituus, millä elektroneja irtoaa natriumista?

5. Kolme α − partikkelia (^4_2He − ydin) fuusioituu yhdeksi $^{12}_6C$ − ytimeksi. Laske fuusiossa vapautuva energia. *Atomien* massat ovat 4.002603 u (^4_2He) ja 12.000000 u ($^{12}_6C$).

$\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}\ C^2/Nm^2$

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

$g = 9.81\ m/s^2$

$\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}\ C^2/Nm^2$

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

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

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

$N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\ 1/mol$

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

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

$1\ u = 1.660539 \cdot 10^{-27}\ kg$

7200023 Insinöörifysiikka II: kaavakokoelma.

Sähkökenttä

$\vec{F}_{ab} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_a q_b}{r^2}\hat{r}$

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

$\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r^2}\hat{r}$

$\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int\dfrac{dq}{r^2}\hat{r}$

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

$\oint\vec{E}\cdot d\vec{A} = \dfrac{\sum q}{\varepsilon_0}$

$U = \dfrac{q_0}{4\pi\varepsilon_0}\sum\dfrac{q_i}{r_i}$

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

$V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum\dfrac{q_i}{r_i}$

$V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int\dfrac{dq}{r}$

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

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

DC-piirit

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

$C = \dfrac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$

$\kappa = \dfrac{V_0}{V}$

$C = \sum C_i$

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

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

$u_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

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

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

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

$V = RI$

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

$\sigma = 1/\rho$

$R = \sum R_i$

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

$P = VI$

$\sum V = 0$

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

$\tau = RC$

Magneettikenttä

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

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

$\vec{F} = \int Id\vec{\ell}\times\vec{B}$

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

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

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

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

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

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

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

$= \mu_0\left(\sum i + \varepsilon_0\dfrac{d\Phi_E}{dt}\right)$

Induktio ja AC-piirit

$\mathcal{E} = -N\dfrac{d\Phi_E}{dt}$

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

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

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

$Li = N\Phi_B$

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

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

$\tau = L/R$

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

$X_C = 1/\omega C$

$X_L = \omega L$

$\omega = 2\pi f$

Magnetisaatio

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

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

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

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

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

Sähkömagn. aallot

$c = 1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$

$E_0 = cB_0$

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

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

$\omega = 2\pi f$

$k = 2\pi/\lambda$

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

Suhteellisuusteoria

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

$y' = y$

$z' = z$

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

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

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

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

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

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

Kvanttimekaniikka

$P = e\sigma AT^4$

$E = nhf$

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

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

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

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

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

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

$E_n = -\dfrac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2 n^2}$

$h\nu = E_i - E_f$

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

$\hbar = h/2\pi$

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

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

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

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

$= E\psi$

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

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

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

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

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

$L_z = m_\ell\hbar$

Kiint. olom. fysiikka

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

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

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

Ydinfysiikka

$A = Z + N$

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

$E = (ZM_H - Nm_n - M_a)c^2$

$B = C_1 - C_2A^{2/3} - C_3Z(Z-1)/A$

$A = -dN/dt$

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

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

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

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

$a + X \rightarrow Y + b$