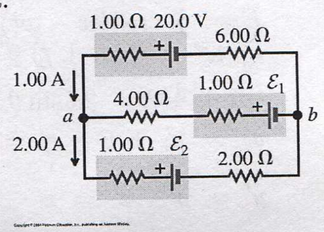
FYS-1101 Insinöörifysiikka II
FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset
Petri Kaukasoina
1. välikoe, 22.6.2015.

Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava.

1. Varaus on jakautunut tasaisesti pallomaiseen tilavuuteen: varaustiheys (varaus tilavuutta kohti) on vakio kaikkialla pallossa ja nolla pallon ulkopuolella. Koko pallon varaus on −21.0 nC ja pallon säde on 95.0 mm. Laske Gaussin lain avulla sähkökentän suuruus pisteessä, jonka etäisyys keskipisteestä on 35.0 mm. Ilmoita myös sähkökentän suunta.

2. Laske kuvan piiristä paristojen lähdejännitteet (emf) $\mathcal{E}_1$ ja $\mathcal{E}_2$.

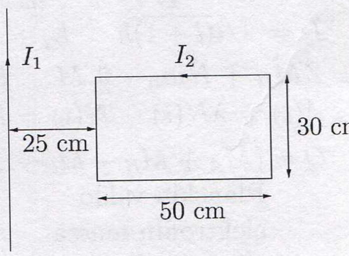


3. Tietyssä alueessa sähköinen potentiaali paikan funktiona on

$$640.0\ \mathrm{V/m^2}\ (x^2 - 3y^2 + z^2) + 90.0\ \mathrm{V}.$$

a) Laske sähkökenttä pisteessä $(x, y, z) = (0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m})$. b) Kun testivaraus 1.50 μC siirtyy origosta pisteeseen $(0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m})$, laske sähkökentän testivaraukseen tekemä työ.

4. Kuvan pitkässä, suorassa johtimessa kulkee virta $I_1 = 12$ A ylöspäin ja suorakulmaisessa silmukassa kiertää virta $I_2 = 24$ A vastapäivään. Laske silmukkaan kohdistuvan nettovoiman suuruus ja suunta. (Vihje: suoraan kulkevan virran I aiheuttaman magneettikentän suuruus etäisyydellä r on $\mu_0 I/2\pi r$, jota ei nyt tarvitse johtaa.)



Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad p = qd$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ $\quad \Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$ $\quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q q_0}{r}$ $\quad V = \frac{U}{q_0}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}$ $\quad V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$ $\quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $\quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $\quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ $\quad C = \frac{Q}{V_{ab}}$ $\quad C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ $\quad U = \frac{Q^2}{2C}$ $\quad u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ $\quad C = KC_0$ $\quad \epsilon = K\epsilon_0$ $\quad I = \frac{dQ}{dt}$ $\quad J = \frac{I}{A}$ $\quad \vec{J} = nq\vec{v}_d$ $\quad \vec{E} = \rho\vec{J}$ $\quad \rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$ $\quad R = \frac{\rho L}{A}$ $\quad V = IR$ $\quad P = V_{ab}I$ $\quad \sum I = 0$ $\quad \sum V = 0$ $\quad \tau = RC$ $\quad \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ $\quad \vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = NI\vec{A}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{encl}}$ $\quad \vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$ $\quad \vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0\vec{M}$ $\quad \vec{B} = K_m\vec{B}_0$ $\quad \mu = K_m\mu_0$ $\quad \chi_m = K_m - 1$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0(i_C + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}$ $\quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad L = \frac{N\Phi_B}{i}$ $\quad \mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $\quad U = \frac{1}{2}LI^2$ $\quad u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $\quad \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0\mu_0\frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2}$ $\quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ $\quad E = cB$ $\quad \vec{E}(x,t) = E_{\max}\,\hat{\jmath}\,\cos(kx - \omega t)$ $\quad \vec{B}(x,t) = B_{\max}\,\hat{k}\,\cos(kx - \omega t)$ $\quad u = \epsilon_0 E^2$ $\quad S = \epsilon_0 c E^2$ $\quad \vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E} \times \vec{B}$ $\quad I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2}\epsilon_0 c {E_{\max}}^2$ $\quad d\sin\theta = m\lambda$ $\quad d\sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$ $\quad 2d\sin\theta = m\lambda$ $\quad x = x' + ut$ $\quad y = y'$ $\quad z = z'$ $\quad t = t'$ $\quad v_x = v_x' + u$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$ $\quad \Delta t = \gamma\Delta t_0$ $\quad l = \frac{l_0}{\gamma}$ $\quad x' = \gamma(x - ut)$ $\quad y' = y$ $\quad z' = z$ $\quad t' = \gamma(t - ux/c^2)$ $\quad v_x' = \frac{v_x - u}{1 - uv_x/c^2}$ $\quad v_x = \frac{v_x' + u}{1 + uv_x'/c^2}$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ $\quad \vec{p} = \gamma m\vec{v}$ $\quad E = K + mc^2$ $\quad K = (\gamma - 1)mc^2$ $\quad E = \gamma mc^2$ $\quad E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ $\quad E = hf$ $\quad K_{\max} = hf - \phi$ $\quad E = pc$ $\quad hf = E_i - E_f$ $\quad L = n\frac{h}{2\pi}$ $\quad \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi)$ $\quad \lambda = h/p$ $\quad \hbar = h/2\pi$ $\quad \Delta x\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad \Delta E\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$ $\quad \psi = \sqrt{2/L}\sin(n\pi x/L)$ $\quad E = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ $\quad \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = 1$ $\quad \psi = A\cos kx + B\sin kx$ $\quad \psi = Ce^{\kappa x} + De^{-\kappa x}$ $\quad E = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}) + U\psi = E\psi$ $\quad E = -\frac{13.60\text{ eV}}{n^2}$ $\quad L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ $\quad L_z = m_l\hbar$ $\quad S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$ $\quad S_z = m_s\hbar$ $\quad \Delta M = ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M$ $\quad E_B = (ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M)c^2$ $\quad A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$ $\quad A(t) = \lambda N(t)$ $\quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ $\quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ $\quad T_{mean} = \frac{1}{\lambda}$ $\quad A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ $\quad Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2$

Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$ kg
alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$ C
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^{8}$ m/s
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12}$ F/m
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A
atomimassayksikkö	$1\text{ u} = 1.660538782 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadron luku	$N_A = 6.0221415 \cdot 10^{23}$ 1/mol
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
pallon ala	$4\pi r^2$
ympyrän ala	πr^2
ympyrän piiri	$2\pi r$