Insinöörifysiikka 2, Kone/Tuta/Tietojoht/Ymp
(Petri Kaukasoinan luentoryhmä)
1. välikoe, 8.3.2002

1. Hyvin pitkä, suora johdin on varattu. Johtimen poikkileikkaus on ympyrä, jonka säde on R. Varaus pituusyksikköä kohti on positiivinen vakio λ. Lähde Gaussin laista ja laske sähkökenttä keskiakselista mitatun etäisyyden r funktiona johtimen ulkopuolella (eli kun $r > R$). Ilmoita myös sähkökentän suunta. *Huom.* Perustele kaikki oleelliset vaiheet.

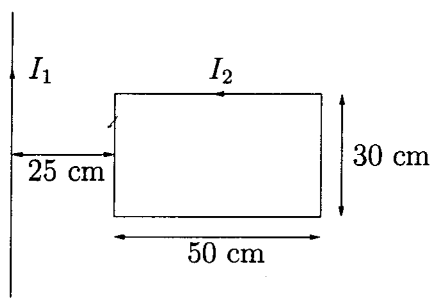
2. Sähköinen potentiaali on

$$V(x, y, z) = (3.00\ \mathrm{V/m^2})xy - (2.00\ \mathrm{V/m^2})y^2 + (5.00\ \mathrm{V/m})y.$$

Missä sähkökenttä on nolla?

3. Ionosfääri sijaitsee n. 100 km korkeudella maan pinnasta. Maan pinnan ja ionosfäärin välisessä alueessa on sähkökenttä, jonka suunta on kohti maan keskipistettä ja suuruus noin 150 V/m (voit olettaa suuruuden olevan alueessa vakio). Ionosfäärin yläpuolella kenttää ei ole. Laske kentän sisältämä energia.

4. Kuvan pitkässä, suorassa johtimessa kulkee virta $I_1 = 12$ A ja suorakulmaisessa silmukassa kiertää virta $I_2 = 24$ A. 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.)



5. Toroidin muotoisen solenoidin virta on 1.40 A. Solenoidissa on 238 kierrosta ja sen induktanssi on 0.485 T. Laske magneettivuo kierrosta kohti.

Maan säde	$6.37 \cdot 10^6$ m
tyhjiön permittiivisyys	$8.854187817 \cdot 10^{-12}$ F/m
tyhjiön permeabiliteetti	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A
pallon pinta-ala	$4\pi r^2$
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$

Kaavoja kääntöpuolella!

$\vec{\boldsymbol{F}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\ \hat{\boldsymbol{r}} \quad \vec{\boldsymbol{E}} = \frac{\vec{\boldsymbol{F}}_0}{q_0} \quad \vec{\boldsymbol{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\ \hat{\boldsymbol{r}} \quad \vec{\boldsymbol{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r^2}\ \hat{\boldsymbol{r}} \quad p = qd$
$\vec{\boldsymbol{\tau}} = \vec{\boldsymbol{p}} \times \vec{\boldsymbol{E}} \quad \Phi_E = \int \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} \quad \Phi_E = \oint \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0} \quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}$
$V = \frac{U}{q_0} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r} \quad V_a - V_b = \int_a^b \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} \quad E_x =$
$-\frac{\partial V}{\partial x} \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} \quad C = \frac{Q}{V_{ab}} \quad C = \epsilon_0\frac{A}{d} \quad U = \frac{Q^2}{2C} \quad u =$
$\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 \quad C = KC_0 \quad \epsilon = K\epsilon_0 \quad I = \frac{dQ}{dt} \quad J = \frac{I}{A} \quad \vec{\boldsymbol{J}} = nq\vec{\boldsymbol{v}}_d \quad \vec{\boldsymbol{E}} = \rho\vec{\boldsymbol{J}}$
$\rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad R = \frac{\rho L}{A} \quad V = IR \quad P = V_{ab}I \quad \sum I = 0$
$\sum V = 0 \quad \tau = RC \quad \vec{\boldsymbol{F}} = q\vec{\boldsymbol{v}} \times \vec{\boldsymbol{B}} \quad \Phi_B = \int \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} \quad \oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} = 0$
$\vec{\boldsymbol{F}} = I\vec{\boldsymbol{l}} \times \vec{\boldsymbol{B}} \quad d\vec{\boldsymbol{F}} = Id\vec{\boldsymbol{l}} \times \vec{\boldsymbol{B}} \quad \vec{\boldsymbol{\tau}} = \vec{\boldsymbol{\mu}} \times \vec{\boldsymbol{B}} \quad \vec{\boldsymbol{\mu}} = NI\vec{\boldsymbol{A}} \quad \vec{\boldsymbol{B}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{\boldsymbol{v}} \times \hat{\boldsymbol{r}}}{r^2}$
$d\vec{\boldsymbol{B}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\ d\vec{\boldsymbol{l}} \times \hat{\boldsymbol{r}}}{r^2} \quad \oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = \mu_0 I_{\text{encl}} \quad \vec{\boldsymbol{M}} = \frac{\vec{\boldsymbol{\mu}}_{\text{total}}}{V} \quad \vec{\boldsymbol{B}} = \vec{\boldsymbol{B}}_0 + \mu_0\vec{\boldsymbol{M}}$
$\vec{\boldsymbol{B}} = K_m\vec{\boldsymbol{B}}_0 \quad \mu = K_m\mu_0 \quad \chi_m = K_m - 1 \quad \oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = \mu_0(i_C + \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}$
$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad \oint \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad L = \frac{N\Phi_B}{i} \quad \mathcal{E} = -L\frac{di}{dt} \quad U = \frac{1}{2}LI^2$
$u = \frac{B^2}{2\mu_0}$