/

S-104.1020 Fysiikka II

S-104.1020 Physics II Ensimmäinen välikoe 19.05.2010

Kirjoita SELKEÄSTI jokaiseen paperiin nimesi, opiskelijanumerosi, tutkinto-ohjelmasi, opintojaksokoodi, kokeen päivämäärä sekä valitsemasi koe.

Sallitut apuvälineet: **kirjoitusvälineet ja graafinen laskin.** Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu.

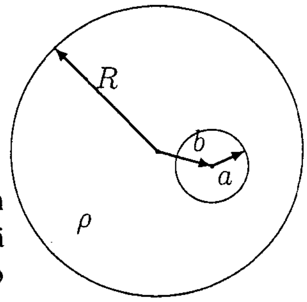
Tämä on fysiikan kurssi, joten desimaalilleen oikeaa numeerista vastausta tärkeämpää on että osoitat ymmärtäneesi ongelman taustalla olevan fysiikan. Jokaista tehtävää kannattaa ainakin yrittää. Onnea!

1. Määrittele seuraavien termien merkitys mahdollisimman lyhyesti:
   a) Gaussin pinta b) sähködipoli c) sähköpotentiaali d) kapasitanssi e) sähkövirta f) ohminen materiaali

2. Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti, mutta täsmällisesti. Käytä tarvittaessa piirroksia vastauksen tukena. Pelkkä piirros ei kuitenkaan ole riittävä vastaus.
   (a) Ilmapallossa on pistemäinen varaus q. Riippuuko pallon läpi tuleva sähkövuo siitä onko pallo puhallettu täyteen tai puolilleen ilmaa? Perustele.
   (b) Massaspektrometri on sähkömagneettinen laite, joka erottelee tunnetulla nopeudella kulkevasta varaussuihkusta erimassaiset hiukkaset. Selitä sen perustoimintaperiaate.

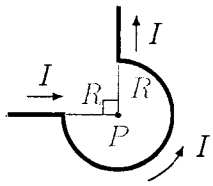
3. 1.0 mm paksuinen metallisuikale, jossa kulkee 32 A virta, on liuskaa vastaan kohtisuorassa magneettikentässä, $B = 0.80$ T. Liuskan reunoilta mitattu Hallin jännite on $2.0 \cdot 10^{-6}$ V. Laske metallin varauksenkuljettajatiheys.

4. Eristepallossa ($r = a$) on varaustiheys ρ. Sen keskipiste on pisteessä $\mathbf{r} = \mathbf{b}$.
   (a) Näytä, että pallon sisällä sähkökenttä on
   $$\mathbf{E} = \rho \frac{\mathbf{r} - \mathbf{b}}{3\epsilon_0}$$
   (b) R-säteisen eristepallon (varaustiheys ρ) sisällä on a-säteinen onkalo etäisyydellä b pallon keskustasta ($a < b < R$). Määritä sähkökenttä $\mathbf{E}$ onkalon sisällä ja näytä että $\mathbf{E}$ on tasainen koko onkalon tilavuudessa.



Tehtävä 4.

5. Kuvan 5 johteessa kulkee virta I. Lähtien Biotin ja Savartin laista, määritä johtimen aiheuttama magneettivuon tiheys (suuruus ja suunta) pisteessä P. Voit olettaa johtimen suorien osuuksien jatkuvan äärettömyyteen.



Tehtävä 5.

S-104.1020 Fysiikka II
S-104.1020 Physics II First mid term examination 19.05.2010

Write CLEARLY in each paper your name, student number, degree programme, the code of the study module, the date of the exam, and the exam you chose. Allowed material: **writing implements and a graphical calculator**. You are not allowed to use any other material.

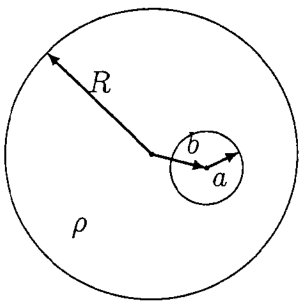
This is a physics course, so it is more important that you demonstrate that you understand the underlying physics than get a numerical answer that is perfect down to the last digit. It is worth to try every question. Good luck!

1. Define the following terms with as few words as possible: a) Gaussian surface b) electric dipole c) electric potential d) capacitance e) electric current f) ohmic material

2. Answer the following questions shortly but exactly. Use drawings to support your answer if necessary. Using only drawings is, however, not a sufficient answer.
   (a) A balloon has a point charge q inside. Does the electric flux through the balloon depend on if it is fully or only half inflated? Justify.
   (b) Mass spectrometer is an electromagnetic device which is used to determine the mass distribution of charged particles from a known-velocity jet of them. Explain its operating principle.

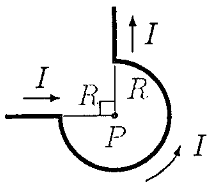
3. A 1.0 mm thick sheet of metal, carrying 32 A current, is placed in a magnetic field $B = 0.80$ T, perpendicular to the sheet. We then measure the Hall voltage of $2.0 \cdot 10^{-6}$ V over the edges of the sheet. Determine the charge carrier density in the metal.

4. An insulating sphere ($r = a$) carries charge density ρ. Its center is at $\mathbf{r} = \mathbf{b}$.
   (a) Demonstrate that inside the sphere the electric field is
   $$\mathbf{E} = \rho \frac{\mathbf{r} - \mathbf{b}}{3\epsilon_0}$$
   (b) Inside a R-radius insulating sphere (charge density ρ) is a a-radius cavity at the distance b from the center of the sphere ($a < b < R$). Determine the electric field $\mathbf{E}$ inside the cavity and demonstrate that $\mathbf{E}$ is uniform inside the cavity.



Problem 4.

5. Current I is flowing in a conductor (Fig. 5). Starting from the law of Biot and Savart, determine the magnetic flux density (magnitude and direction) due to the current at point P. You may assume that the straight conductor segments continue to infinity.



Problem 5.

S-104.1020 Fysiikka II
(AUT, BIO, EST, TLT)

Välikoeuusinnat
Mid-term exam resit

19.5.2010

Kaavoja – Formulas

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\lvert q_1 q_2\rvert}{r^2}\hat{r}$	$E = \frac{F_0}{q_0}$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$	$p = qd$
$U_\epsilon = -p \cdot E$	$U_\mu = -\mu \cdot B$	$\oint_A KE \cdot \mathrm{d}A = \frac{Q_{\text{encl-free}}}{\epsilon_0}$	$W_{a\to b} = U_a - U_b$
$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0}\sum_i \frac{q_i}{r_i}$	$V = \frac{U}{q_0}$	$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{\mathrm{d}q}{r}$	$V_a - V_b = \int_a^b E \cdot \mathrm{d}\ell$
$E = -\nabla V$	$\tau = p \times E$	$\tau = \mu \times B$	$C = \frac{Q}{V_{ab}}$
$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_i^N \frac{1}{C_i}$	$C_{\text{eq}} = \sum_i^N C_i$	$\Phi_B = \frac{\mu_0 N i A}{2\pi r}$	$C = 4\pi\epsilon\frac{r_a r_b}{r_b - r_a}$
$C = 2\pi\epsilon\frac{L}{\ln(r_b/r_a)}$	$\epsilon = K\epsilon_0$	$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV$	$u = \frac{1}{2}\epsilon E^2$
$I = \frac{dQ}{dt}$	$J = nqv_d$	$C = \epsilon\frac{A}{d}$	$\rho(T) = \rho_0\left[1 + \alpha(T - T_0)\right]$
$R = \frac{\rho L}{A}$	$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I I'}{2\pi r}$	$V_{ab} = \mathsf{E} - Ir$	$P = \frac{dW}{dt} = V_{ab}I = I^2R = \frac{V_{ab}^2}{R}$
$F = q(E + v \times B)$	$\oint B \cdot dA = 0$	$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I d\ell \times \hat{r}}{r^2}$	$\oint_S B \cdot d\ell = \mu_0 I_{\text{encl}}$
$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2\left(x^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}}$	$\text{emf} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$	$\text{emf} = \int_a^b (v \times B) \cdot d\ell$	$\oint E \cdot d\ell = -\frac{d\Phi_B}{dt}$
$\oint B \cdot d\ell = \mu_0(i_c + i_D)$	$M = \frac{d\Phi_{B2}}{i_1} = \frac{d\Phi_{B1}}{i_2}$	$L = \frac{N\Phi_B}{i}$	$U_B = L\int_0^I i\,di = \frac{1}{2}LI^2$
$u_B = \frac{1}{2\mu_0}B^2$	$E = cB$	$\Phi_B = \int B \cdot dA$	$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$
$\theta_r = \theta_i$	$\rho = \frac{E}{J}$	$n_i \sin\theta_i = n_t \sin\theta_t$	$v = \frac{c}{n}$
$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$	$I = I_{\max}\cos^2\phi$	$\tan\theta_p = \frac{n_t}{n_i}$	$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$
$m = \frac{y_i}{y_o} = -\frac{s_i}{s_o}$	$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$	$I_0\cos^2\frac{\phi}{2}\left[\frac{\sin\left(\frac{\pi a}{\lambda}\right)}{\frac{\pi a}{\lambda}}\right]^2$	$\lambda = \frac{h}{p}$
$d\sin\theta = m\lambda$	$d\sin\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$	$S = \frac{1}{\mu_0}E \times B$	$2d\sin\theta = m\lambda$
$E_P = 2E\left\lvert\cos\frac{\phi}{2}\right\rvert$	$I = I_0\cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$	$\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1)$	$2t = \frac{\lambda_0}{n}\left(m - \frac{1}{2}\right)$
$2t = \frac{\lambda_0}{n}(m-1)$	$a\sin\theta = m\lambda$	$\sin\theta_1 = 1.22\frac{\lambda}{D}$	$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$
$\Delta E \Delta t \geq \hbar$	$y_m = R\frac{m\lambda}{d}$	$-\frac{\hbar}{2m}\nabla^2\Psi + U\Psi = E\Psi$	$E = \frac{n^2h^2}{8mL}$

Vakioita – Constants

ϵ_0	$8.8542 \cdot 10^{-12}$ F/m
μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m
m_e	$9.1093 \cdot 10^{-31}$ kg
m_p	$1.6726 \cdot 10^{-27}$ kg
$h = 2\pi\hbar$	$6.6260 \cdot 10^{-34}$ Js
c	$2.9980 \cdot 10^{8}$ m/s
e	$1.6022 \cdot 10^{-19}$ C