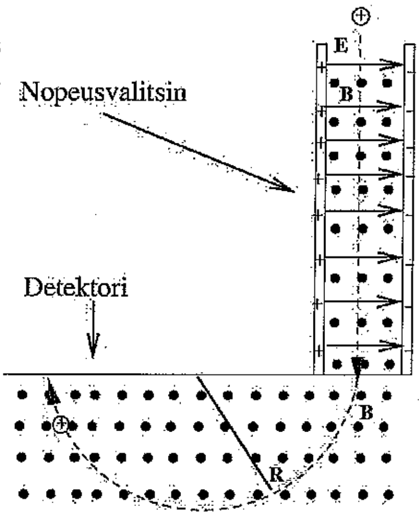
TTY/Fysiikan laitos

FYS-1130 Insinöörifysiikka II teoria + laboratorioharjoitukset (Au + Mat)
FYS-1101 Insinöörifysiikka II, Ti

Välikoe I, 7.3.2014 Kirjoitusvälineiden lisäksi funktiolaskin on sallittu.

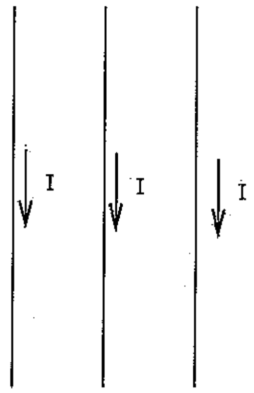
1. Ilmatäytteisessä kondensaattorissa on kaksi levyä, jotka ovat etäisyydellä $1.50mm$. Levyillä on varaus $0.0180\mu C$ kun levyjen välillä on potentiaaliero $200V$. (a) Mikä on kondensaattorin kapasitanssi? (b) Levyjen väliin viedään eriste, jolloin potentiaaliero laskee arvoon $70V$, kun varaus pidetään ennallaan. Mikä on eristeen dielektrisyyskerroin ja kondensaattorin kapasitanssi eristeen kanssa? (c) Entä jos (b)-kohdan kondensaattorin potentiaaliero pidetään jännitelähteellä arvossa $200V$, mikä on kondensaattorilevyjen varaus?



Tehtävä 3.

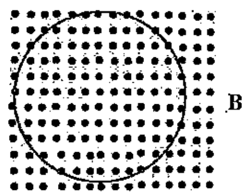
2. Mittaat pallosymmetrisen sähkökentän $E = 1.00 \times 10^6 N/C$ etäisyydellä $r = 0.150m$ R-säteisen metallipallon keskipisteestä (huom! $r > R$). *Gaussin lain avulla* päättele, (a) Mikä on sähkökentän vuo r-säteisen (kuvitteellisen) pallonmuotoisen Gaussin pinnan läpi? (b) Mikä on metallipallossa olevan varauksen suuruus? (c) Mikä on metallipallon säde R, jos juuri pallon ulkopinnalla on sähkökenttä $2.0 \times 10^6 V/m$?

3. Isotoopin massan määrittäminen. Tarkastele Bainbridgen massaspektrometria (kuva). *Nopeusvalitsimen* levyjen välinen sähkökenttä on voimakkuudeltaan $1.12 \times 10^5 V/m$, ja magneettikenttä molemmilla alueilla on $0.540T$. Alueella, missä on vain magneettikenttä, suihku yhdesti varattuja ($q = +e$) seleeni-ioneja liikkuu *detektorille* ympyränmuotoista rataa, jonka säde on $R = 31.0cm$. (a) Nopeusvalitsin päästää läpi vain tietyllä nopeudella kulkevat varaukset (ne joihin vaikuttava kokonaisvoima on nolla). *Määritä niiden ionien nopeus*, jotka kulkevat suoraviivaista rataa nopeusvalitsimen läpi? (b) Mikä on ionien *syklotronitaajuus* alueessa, jossa on vain magneettikenttä? (c) Mikä on R-säteistä rataa detektorille kulkevan seleeni-ionin *massa, ja massaluku?* (Massaluku on isotoopin massa atomimassayksikoissä, $1u = 1.66 \times 10^{27} kg$.)



Tehtävä 4.

4. Kolmessa yhdensuuntaisessa virtajohtimessa kulkee kaikkissa saman suuruinen ja suuntainen virta $I = 1.00A$. Reunimmaiset virtajohtimet ovat etäisyydellä $2.00mm$ keskimmäisestä johtimesta. a) Johda *Amperen lakia* käyttäen pitkän suoran johtimen aiheuttaman magneettikentän suuruus (Käytä integrointireittinä ympyrän kehää). b) Laske keskimmäisen johtimen aiheuttama magneettikenttä reunimmaisten kohdalla. c) Mihin suuntiin kohdistuvat reunimmaisiin johtimiin kohdistuvat keskimmäisen johtimen aiheuttamat voimat ja kuinka suurella voimalla metriä kohden keskimmäinen johdin vaikuttaa reunimmaisiin johtimiin?



Tehtävä 5.

5. Oheisessa kuvassa on hahmoteltu etsintäkela (ympyränmuotoinen virtasilmukka) magneettikentässä (mustat pisteet). Kelan pinta-ala on $3.20cm^2$, siinä on 120 kierrosta ja sen resistanssi on 60.0Ω. Se on kytketty varausmittariin, jonka sisäinen resistanssi on 45Ω. Kela kääntyy aikavälissä $\Delta t = 0.05s$ kentän suuntaisesta asennosta kohtisuoraan asentoon, jona aikana mittarin kautta kulkee varaus $3.56 \cdot 10^{-5}C$. (a) Kuinka suuri virta tuona aikana keskimäärin kulkee kelasta läpi? (b) Mikä on keskimääräistä virtaa vastaava lähdejännite? (c) Kuinka voimakas on kelan mittaama magneettikenttä?

—

Käännä.

Ohessa vakioita ja kaavoja

Vakioita:
$g = 9.80 m/s^2$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2/N \cdot m^2$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$ ja $e = 1.602 \times 10^{-19} C$. $1eV = 1.602 \times 10^{-19} J$, $c = 3.0 \times 10^8 m/s$, elektronin massa $m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$, protonin massa $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$

Matemaattisia kaavoja: $sin^2(\alpha) + cos^2(\alpha) = 1$,
Pallon pinta-ala $A = 4\pi r^2$, pallon tilavuus $4\pi r^3/3$.
Ympyrän kehän pituus $l = 2\pi r$ ja ympyrän pinta-ala $A = \pi r^2$.

Ohessa sekalainen kokoelma kaavoja, joista voi olla hyötyä. Huomaa, että kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r^2}\hat{r}$

$p = qd$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ $\quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q q_0}{r}$ $\quad V = \frac{U}{q_0}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}$

$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$ $\quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $\quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $\quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ $\quad E_r = -\frac{\partial V}{\partial r}$ $\quad C = \frac{Q}{V}$ $\quad C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$

$U = \frac{Q^2}{2C}$ $\quad u_E = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ $\quad C = KC_0$ $\quad \epsilon = K\epsilon_0$ $\quad I = \frac{dQ}{dt}$ $\quad J = \frac{I}{A}$ $\quad \vec{J} = nq\vec{v}_d$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}, \quad \oint \mathbf{B} \cdot \mathrm{dl} = \mu_0 I_{enc}, \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}, \quad \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0, \quad \oint \mathbf{B} \cdot \mathrm{dl} = \mu_0 \left(I_{enc} + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}\right), \quad \oint \mathbf{E} \cdot dl = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (\text{tai } \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt})$$

$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ $\quad \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$

$\vec{E} = \rho\vec{J}$ $\quad R = \frac{\rho L}{A}$ $\quad V = IR$ $\quad P = V_{ab} I$ $\quad \tau = RC$

$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ $\quad \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad \omega_c = \frac{v}{R} = \frac{|q|B}{m}$.

$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $\quad U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = NI\vec{A}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$ $\quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\, d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $\quad B = \mu_0 n I$ $\quad B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$

$\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $\quad U = \frac{1}{2}Li^2$ $\quad u_B = \frac{B^2}{2\mu}$
$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ $\quad \mu = K_m \mu_0$

$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, $v = v_0 + at$, $a_{rad} = \frac{v^2}{R}$, $v = \frac{2\pi R}{T}$, $v = \omega R$, $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$, $\mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}$, $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$, $K = \frac{1}{2}mv^2$, $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot \mathrm{dl} = -\Delta U$, $W_{tot} = \Delta K$, $J = F_{ave}\Delta t$, $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$, $K = \frac{1}{2}I\omega^2$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\vec{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $L = I\omega$, $\sum \vec{\tau} = \frac{d\mathbf{L}}{dt}$.
