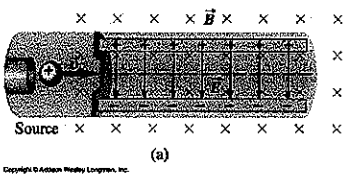
TTY/Fysiikan laitos **FYS-1101 Insinöörifysiikka II, Au+Mat**
Välikoe I, 9.3.2012 **Kirjoitusvälineiden lisäksi funktiolaskin on sallittu.**

Pyytäisin sinua merkitsemään nimesi jälkeen vastauspaperiisi ensimmäisellä periodilla pääsääntöisesti käyttämäsi harjoitusryhmän. Merkitse myös, sopiiko tuo aika sinulle edelleen. Ellei, merkitse sopisiko sinulle paremmin jokin muu nykyisistä ryhmistä tai ei mikään nykyisistä. Ryhmät kerrottu kääntöpuolella. yt. J.N.

1. Kondensaattori ($C_0 = 12.5\mu F$) kytketään jännitelähteeseen, joka pitää kondensaattorilevyjen välisen jännite-eron vakiona, $24.0V$. (a) Mikä on levyjen varaus? (b) Levyjen väliin sijoitetaan tilan kokonaan täyttävä eristekappale, jonka dielektrisyyskerroin on 3.75. Miten muuttuu kapasitanssi?
(i) Paljonko energiaa varastoitui kondensaattoriin ennen ja jälkeen eristeen paikalleen asettamista? (ii) Mikä on levyjen varaus eristeen asettamisen jälkeen? (iii) Entä miten eristeen lisääminen vaikuttaa jännitteeseen, varaukseen ja energiaan, jos varattu kondensaattori irroitetaan jännitelähteestä ennen eristeen lisäämistä?

2. Positiivisesti varattuja (varaus $q = +e$) hiukkasia kiihdytetään nopeudella $\mathbf{v} = v\hat{\mathbf{i}}$ oheiseen laitteeseen, jossa on tasainen sähkökenttä $\mathbf{E} = -E\hat{\mathbf{k}}$ ja magneettikenttä $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{j}}$. (a) Minkä suuruiset ja suuntaiset voimat kentät kohdistavat laitteeseen saapuvaan varaukseen? (b) Jos $v = 5.0 \times 10^6 m/s$, $E = 10.0kV/m$ ja $B = 0.01T$, pääseekö hiukkanen laitteen läpi vai törmääkö se jompaankumpaan seinään?



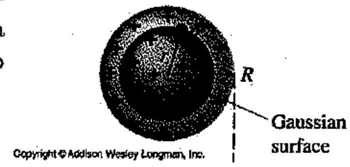
Tehtävä 2.

(c) Jos vauhti on edelleen sama mutta $E = 1.0MV/m$, kuinka suureksi on valittava B, jotta hiukkanen kulkisi laitteen läpi törmäämättä seiniin?
Oleta, että laite on niin kapea, että hiukkasen on kuljettava kuvaan katkoviivalla merkittyä suoraviivaista rataa, jottei se törmäisi seinään.

3. Atomin sisäinen magneettikenttä. Bohrin atomimallissa elektroni kiertää atomiydintä (protoni) ympyrän muotoista rataa, jonka säde on $5.3 \cdot 10^{-11}m$ ja elektronin nopeus on $2.2 \cdot 10^6 m/s$. (a) Jos elektroni kiertää ydintä *myötäpäivään* (paperin tasossa, eli piirrä kuva), määritä elektronin hetkellisesti aiheuttaman magneettikentän suunta ja suuruus atomiytimen kohdalla. (b) Määritä lähtötiedoista elektronin kiertoaika atomin ympäri. Millaista sähkövirtaa ja mihin suuntaan kiertävää elektronin kiertoliike vastaa? Määritä sitä vastaava magneettinen momentti. Mihin suuntaan momentti osoittaa?

4. Tarkastele oheista kuvaa tasaisesti varatusta eristepallosta, jonka kokonaisvaraus on Q ja säde on R. Tarkastele sähkökentän vuota Φ_E ja sähkökenttää etäisyydellä r pallon keskipisteestä. (a) Perustele, miksi vuo r-säteisen Gaussin pinnan läpi on

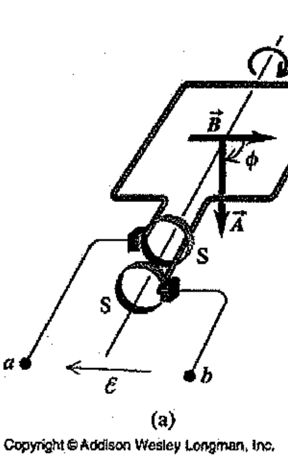
$$\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}, \quad r > R \quad \text{ja} \quad \Phi_E = \frac{Qr^3}{\epsilon_0 R^3}, \quad r < R$$



Tehtävä 4.

(b) Gaussin lain avulla johda lausekkeet sähkökentälle pallon sisäpuolella ($r < R$) ja ulkopuolella($r > R$). Käyttäessäsi Gaussin lakia perustele lyhyesti keskeiset välivaiheet.

5. Kuvassa on kaaviokuva vaihtovirtageneraattorin toiminnasta. Kela pyörii z-suuntaan osoittavan akselin ympäri kulmanopeudella ω vakiomagneettikentässä $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{j}}$. (a) Jos silmukan pinta-ala on A, mikä on silmukan pinta-alavektori? (b) Jos suuntavektorin ja magneettikentän välinen kulma riippuu ajasta $\phi = \omega t$, kirjoita ajasta riippuva lauseke silmukan läpi kulkevalle magneettikentän vuolle Φ_B. (c) Johda (ajasta riippuva) lauseke silmukan ympäri indusoituvalle lähdejännitteelle. Piirrä kuvaaja jännitteestä ajan funktiona. (d) Mikä on maksimijännite, jos kentän voimakkuus on $B = 0.010T$, kela pyörähtää 10 kierrosta sekunnissa ja kelan kierrosmäärä on $N = 1000$. Kelalla on poikkipinta-ala $0.010m^2$.



Tehtävä 5.

Kuvien lähde: Young and Freedman, University Physics.
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

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

$p = qd$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$ $\quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}$ $\quad V = \frac{U}{q_0}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}$

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

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

$$\oint \mathbf{B}\cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{enc}$$

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

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

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

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

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

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $\quad B = \mu_0 nI.$ $\quad B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

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

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

Laskuharjoitusryhmät: Ti 12-14, Ke 12-14, Ke 14-16, To 12-14 (2kpl), Pe 8-10.