TTY/Fysiikan laitos

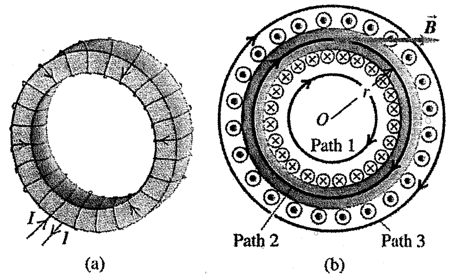
FYS-1110 Insinöörifysiikka IIa, TiTe+Siti, Tentti+ välikoe 2., 21.5. 2010
merkitse koepaperiin, oletko tehnyt välikokeen, tentin vai molemmat
Välikoetehtävät: **1 - 5**; Tenttitehtävät **3-7**.

1. Sähkömagneettisella aallolla on magneettikenttä, jonka lauseke on

$$\mathbf{B}(x,t) = (8.25 \times 10^{-9}T)\hat{\mathbf{j}} \sin\left[(1.38 \times 10^{4} rad/m)x + \omega t\right].$$

(a) Mihin suuntaan aalto etenee? (b) Mikä on aallonpituus? Entä taajuus? (c) Kirjoita lauseke sähkökentälle $\mathbf{E}(x,t)$. **(Ex. 32.6)**

2. Toruksen muotoisen solenoidin (ks. kuva) sisäsäde on $r_1 = 15.0cm$ ja ulkosäde $r_2 = 18.0cm$. Solenoidissa on 250 kierrosta ja siinä kulkee $8.50A$:n virta. (a) Mikä on magneettikentän kierto $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ etäisyyksillä $12.0cm$ ja $16.0cm$ toruksen keskipisteestä? (b) Laske magneettikentän voimakkuus noilla etäisyyksillä.

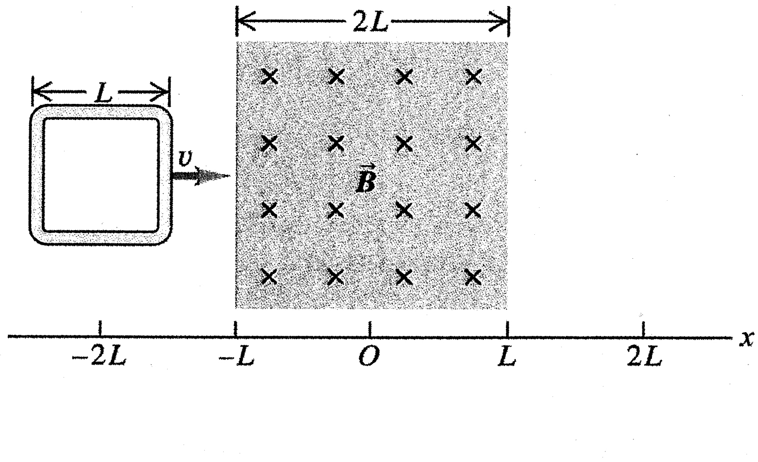


Tehtävä 2.

3. Tasokondensaattorilla on kapasitanssi $245pF$ ja levyjen varauksen itseisarvo on $0.148\mu C$. Levyt ovat etäisyydellä $0.328mm$ toisistaan. (a) Mikä on levyjen välinen potentiaaliero? (b) Mikä on levyjen pinta-ala? (c) Mikä on levyjen välinen kenttä? (d) Mikä on levyjen pintavaraustiheys? (e) Paljonko sähkökentän energiaa on varastoitunut kondensaattoriin?

4. Mikroaaltouunissa käytetään sähkömagneettista aaltoa, jonka aallonpituus on $12.6cm$. (a) Mitä taajuutta tuo aallonpituus vastaa? (b) Aallot tuotetaan magneettikentässä liikkuvien elektronien avulla. Kuinka voimakas magneettikenttä tarvitaan tuon taajuuden aikaansaamiseksi? (c) Jos elektronien halutaan kieppuvan ympyränmuotoista rataa, jonka säde on $1.0cm$, kuinka suurella vauhdilla elektronien on kyseisessä magneettikentässä liikuttava? Tehtävässä tarvittavat vakiot löydät tehtäväpaperin kaavastosta.

5. Oheisessa kuvassa kuvitteellinen kovalevyn lukupään johdinsilmukka (sivun pituus $L = 1.00\mu m$) pyyhkäisee magnetoidun alueen yli x-suunnassa. Magneettikentän voimakkuus on $0.1mT$. Aika, joka silmukalta kuluu ylittää magnetoitu alue kokonaan on $\tau = 10.0\mu s$.
(a) Kuinka suuri on magneettikentän vuo Φ_B, hetkellä $\tau/2$, kun silmukka on täsmälleen keskellä magnetoitua aluetta? Minkä merkkinen vuo on?
(b) Arvioi vuon muutosnopeutta välillä $0 \rightarrow \tau/2$ ja $\tau/2 \rightarrow \tau$. Piirrä kuvaaja johdinsilmukkaan indusoituvasta lähdejännitteestä välillä $0 \rightarrow \tau$.



Tehtävä 5.

6. Pianon kieli on viritetty siten, että sen jännitys on 800 N. Teräskieli on 0.400 m pitkä ja sen massa on 3.00 g. (a) Mikä on äänen nopeus kielessä? (b) Mikä on pisimmän kieleen mahtuvan seisovan aallon aallonpituus? (c) Mikä on kielen perustaajuus? (d) Monennenko harmonisen taajuuden voi kuulla henkilö, jonka kykenee kuulemaan korkeintaan 10 000 Hz:n taajuista ääntä?

7. Kaiuttimet A ja B ovat kytketty samaan vahvistimeen ja emittoivat sinimuotoista testi-CD:n signaalia (206 Hz) samassa vaiheessa. Äänen nopeus on $340m/s$. (a) Mikä on äänen aallonpituus?

Kaiuttimien etäisyys toisistaan on 2.00 m. Tarkastellaan pistettä P kaiuttimien välisellä suoralla. Millä kohdalla kaiutinten välissä ääniaallot interferoivat (b) vaimentavasti, (c) vahvistavasti? Miksi tämänkaltaisia interferenssi-ilmiöitä ei yleensä havaita kotistereoilla musiikkia kuunneltaessa?

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

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

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\kappa}{I}}, \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}, \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}, \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgd}{I}},$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \qquad f_L = \frac{v + v_L}{v + v_S} f_S.$$

$y = A\cos(kx - \omega t)$, $y = A\cos(kx + \omega t)$, $v = \sqrt{F/\mu}$, $y(x,t) = (A_{sw} \sin kx) \sin \omega t$. $v = \lambda f$ $v = \omega/k$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $U = \frac{1}{2} L i^2$ $u = \frac{B^2}{2\mu}$

$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ $E = cB$ $\vec{E}(x,t) = E_{\max}\, \hat{\jmath}\, \cos(kx - \omega t)$ $\vec{B}(x,t) = B_{\max}\, \hat{k}\, \cos(kx - \omega t)$

$u = \epsilon_0 E^2$ $S = \epsilon_0 c E^2$ $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E} \times \vec{B}$ $I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2}\epsilon_0 c {E_{\max}}^2$