TTY/Fysiikan laitos

FYS-1110 Insinöörifysiikka IIa, TiTe+Siti, Tentti+ välikoe 2., 20.9. 2010

Merkitse koepaperiin, teetkö välikokeen, tentin vai molemmat

Välikoetehtävät: **1 - 5**; Tenttitehtävät **3-7**.

Huomaathan, että tämä on toiseksi viimeinen mahdollisuus suorittaa kurssi FYS-1110. Jos teet pelkän 2. välikokeen, kerro milloin olet 1. välikokeen suorittanut.

Kirjoitusvälineiden lisäksi funktiolaskin on sallittu.

Välikoe alkaa tästä!

1. Sähkömagneettisella aallolla (näkyvää valoa) on aallonpituus $450nm$ ja se etenee tyhjössä suuntaan $-z$. Aallon polarisaatio (sähkökentän suunta) on positiiviseen x-suuntaan, ja sähkökentän amplitudi on $2.70 \times 10^{-3}V/m$. Määritä aallolle seuraavat asiat: (a) Aallon taajuus, (b) magneettikentän amplitudi ja suunta, (c) Kirjoita vektorimuotoiset lausekkeet kentille $\mathbf{E}(z,t)$ ja $\mathbf{B}(z,t)$.

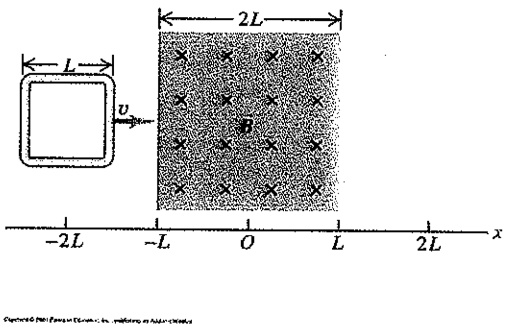
2. Metsän läpi vedetyssä voimalinjassa kulkee $800A$:n virta etelästä pohjoiseen.
(a) Jos suunnistaja kulkee juuri johtimen ali, mihin ilmansuuntaan osoittaa voimalinjan aiheuttama magneettikenttä hänen kohdallaan (perustele).
(b) Millä etäisyydellä johtimesta suunnistajan olisi oltava, jotta sähkövirran aiheuttama magneettikenttä olisi yhtä suuri kuin maan magneettikenttä, eli n. $0.5 \times 10^{-4}T$?

Tentti alkaa sitten tästä!

3. Mikäli sähkökenttä kuivassa ilmassa ylittää arvon $E_{max} = 3.0 \times 10^6 V/m$ tapahtuu läpilyönti. (a) Mikä on läpilyöntikenttää vastaava energiatiheys? (b) Jos ilmatäytteisessä levykondensaattorissa levyt ovat etäisyydellä $4.00mm$ toisistaan ja niiden pinta-ala on $1.00 \times 10^{-2}m^2$, mikä on suurin mahdollinen kondensaattoriin varastoitava energiamäärä?
(a) Mikä on b-kohdassa esitellyn kondensaattorin kapasitanssi?

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. Kitaran kielen tuottama ääni. Yksi kitaran $63.5cm$:n pituisista kielistä on viritetty korkeuteen B_3 eli taajuuteen $245Hz$. Tällöin se tietenkin värähtelee perustaajuudellaan. (a) Määritä kielessä kulkevien poikittaisten aaltojen nopeus. (b) Jos äänen nopeus ympäröivässä ilmassa on $344m/s$, mikä on perustaajuudella värähtelevän kielen aiheuttaman äänen taajuus ja aallonpituus ilmassa? (c) Jos kielen kireyttä kasvatetaan 1%, mikä on kielen uusi perustaajuus?

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?

KÄÄNNÄ

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?

Henrik Hartiala

Vakioita:
$g = 9.80m/s^2$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}C^2/N \cdot m^2$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}T \cdot m/A$ 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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