FYS-1101 Insinöörifysiikka II, B/SITI/TI/Y/Avoin (Kaukasoinan luennot)
2. välikoe ja tentti, 12.5.2011

Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta ohjelmoitavaa laskinta ei saa käyttää.

Huom! Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "2. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "2. VÄLIKOE JA TENTTI". **Välikokeen** suorittajat vastaavat tehtäviin **1–5**, **tentin** suorittajat tehtäviin **3–7** ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin. (Tai jos haluat suorituksen opintojaksosta FYS-1120 Insinöörifysiikka IIb, mainitse siitä, ja vastaa vain tehtäviin **1–4**).

1. Teekkari lentää avaruusaluksella, jonka vauhti maan suhteen on 0.950c. Päämääränä on Maasta etäisyydellä $4.1 \cdot 10^{16}$ m sijaitseva Alfa Centauri. Kuinka kauan matka tähden luo kestää a) teekkarin omasta mielestä ja b) Maahan jääneen kaverin koordinaatistosta tarkasteltuna?

2. Orgaanisessa väriainemolekyylissä on hiiliatomiketju, jota pitkin elektroni voi liikkua vapaasti kuten yksiulotteisessa potentiaalilaatikossa. Ketjun pituus on L. Piirrä elektronin aaltofunktio, kun tilan kvanttiluku on 3. Missä kohdissa hiukkasen löytymistodennäköisyystiheys on suurimmillaan ja missä pienimmillään?

3. Alkujaan kaukana toisistaan levossa olevat yksi protoni ja yksi antiprotoni päästetään irti. Hiukkasten kohdatessa toisensa ne *annihiloituvat*: hiukkaset häviävät täysin tuottaen ainostaan sähkömagneettista säteilyä kahtena vastakkaisiin suuntiin lähtevänä fotonina. (Antiprotoni on protonin massainen, mutta negatiivisesti varautunut hiukkanen). Laske tuotetun sähkömagneettisen säteilyn a) energian kokonaismäärä ja b) säteilyn aallonpituus.

4. Elektronin $m_s = \frac{1}{2}$ eli "spin on ylös". Laske elektronin spin-kulmaliikemäärän a) suuruus ja b) z-komponentti. c) Laske spin-kulmaliikemäärävektorin ja z-akselin välinen kulma.

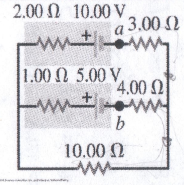
5. Eräässä tapauksessa tyhjiössä etenevän ns. *ympyräpolarisoidun* sähkömagneettisen aallon sähkö- ja magneettikenttä ovat

$$\vec{E}(x,t) = E_{\max}\big[-\cos(kx+\omega t)\hat{\jmath} + \sin(kx+\omega t)\hat{k}\big]$$

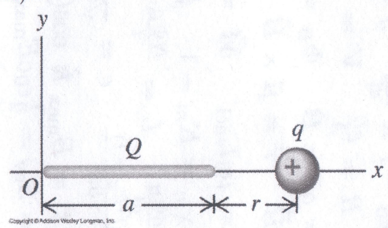
$$\vec{B}(x,t) = B_{\max}\big[\sin(kx+\omega t)\hat{\jmath} + \cos(kx+\omega t)\hat{k}\big]$$

joissa $E_{\max} = 605$ V/m, $B_{\max} = 2.02$ μT, $k = 1.05$ rad/m ja $\omega = 3.15 \cdot 10^8$ rad/s. a) Laske Poyntingin vektori ajan ja paikan funktiona. b) Mihin suuntaan aalto etenee? c) Laske aallon kuljettama teho pinta-alaa kohti ajan ja paikan funktiona. d) Laske aallon intensiteetti.

6. Laske kuvan virtapiirissä keskimmäisen haaran virta (pisteen b kautta). Kulkeeko virta vasemmalle vai oikealle?



7. Varaus $Q = 12.3$ nC on jakautunut tasaisesti x-akselille välille $[0,a]$ kuvan mukaisesti. $a = 2.50$ cm ja $r = 1.15$ cm. a) Laske Q:n aiheuttama sähköinen potentiaali pistevarauksen q kohdalla (verrattuna nollakohtaan äärettömän kaukana). b) Miten a-kohdan vastauksesta saadaan laskettua potentiaalienergia (verrattuna siihen, että q olisi äärettömän kaukana Q:sta)?



Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$ kg
protonin massa	$1.6726231 \cdot 10^{-27}$ kg
alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$ C
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^{8}$ m/s
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12}$ F/m
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A

$\cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta$
$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$
$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$
$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$

Kaavoja kääntöpuolella!

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\,\hat{r}$ $\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$ $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$ $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r^2}\,\hat{r}$ $p = qd$ $\vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E}$ $\Phi_E = \int\vec{E}\cdot d\vec{A}$ $\Phi_E = \oint\vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$ $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}$ $V = \frac{U}{q_0}$ $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r}$ $V_a - V_b = \int_a^b\vec{E}\cdot d\vec{l}$ $E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ $C = \frac{Q}{V_{ab}}$ $C = \epsilon_0\frac{A}{d}$ $U = \frac{Q^2}{2C}$ $u = \frac{1}{2}\epsilon_0E^2$ $C = KC_0$ $\epsilon = K\epsilon_0$ $I = \frac{dQ}{dt}$ $J = \frac{I}{A}$ $\vec{J} = nq\vec{v}_d$ $\vec{E} = \rho\vec{J}$ $\rho(T) = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$ $R = \frac{\rho L}{A}$ $V = IR$ $P = V_{ab}I$ $\sum I = 0$ $\sum V = 0$ $\tau = RC$ $\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$ $\Phi_B = \int\vec{B}\cdot d\vec{A}$ $\oint\vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$ $\vec{F} = I\vec{l}\times\vec{B}$ $d\vec{F} = Id\vec{l}\times\vec{B}$ $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $\vec{\mu} = NI\vec{A}$ $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$ $\oint\vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0I_{\text{encl}}$ $\vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$ $\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0\vec{M}$ $\vec{B} = K_m\vec{B}_0$ $\mu = K_m\mu_0$ $\chi_m = K_m - 1$ $\oint\vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(i_C + \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}$ $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\oint\vec{E}\cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $L = \frac{N\Phi_B}{i}$ $\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $U = \frac{1}{2}LI^2$ $u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $\frac{\partial^2E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0\mu_0\frac{\partial^2E_y(x,t)}{\partial t^2}$ $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ $E = cB$ $\vec{E}(x,t) = E_{\text{max}}\,\hat{\jmath}\,\cos(kx-\omega t)$ $\vec{B}(x,t) = B_{\text{max}}\,\hat{k}\,\cos(kx-\omega t)$ $u = \epsilon_0E^2$ $S = \epsilon_0cE^2$ $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}$ $I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2}\epsilon_0cE_{\text{max}}{}^2$ $d\sin\theta = m\lambda$ $d\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$ $2d\sin\theta = m\lambda$ $x = x' + ut$ $y = y'$ $z = z'$ $t = t'$ $v_x = v'_x + u$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$ $\Delta t = \gamma\Delta t_0$ $l = \frac{l_0}{\gamma}$ $x' = \gamma(x-ut)$ $y' = y$ $z' = z$ $t' = \gamma(t-ux/c^2)$ $v'_x = \frac{v_x-u}{1-uv_x/c^2}$ $v_x = \frac{v'_x+u}{1+uv'_x/c^2}$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ $\vec{p} = \gamma m\vec{v}$ $E = K + mc^2$ $K = (\gamma-1)mc^2$ $E = \gamma mc^2$ $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ $E = hf$ $K_{\text{max}} = hf - \phi$ $E = pc$ $hf = E_i - E_f$ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{m^2}-\frac{1}{n^2})$ $E_n = -\frac{hcR}{n^2}$ $L = n\frac{h}{2\pi}$ $\lambda'-\lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\phi)$ $\lambda = h/p$ $\hbar = h/2\pi$ $\Delta x\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$ $\Delta E\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$ $\psi = \sqrt{2/L}\sin(n\pi x/L)$ $E = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ $\int_{-\infty}^{\infty}|\psi|^2dx = 1$ $\psi = A\cos kx + B\sin kx$ $\psi = Ce^{\kappa x} + De^{-\kappa x}$ $E = (n+\frac{1}{2})\hbar\omega$ $-\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}) + U\psi = E\psi$ $E = -\frac{13.60\text{ eV}}{n^2}$ $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ $L_z = m_l\hbar$ $S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$ $S_z = m_s\hbar$ $E = -\frac{Z_{\text{eff}}^2 13.60\text{ eV}}{n^2}$