FYS-1101 Insinöörifysiikka II (Petri Kaukasoina)
2. välikoe tai tentti, 11.12.2015

Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava.

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. Mainitse myös erikseen, jos suorituksen pitäisi tulla muusta kurssista kuin FYS-1101.

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?

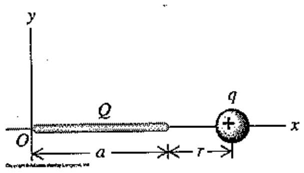
3. ${}^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ on uraanin hajoamissarjassa esiintyvä alfa-aktiivinen nuklidi. Puoliintumisaika on 3.82 vuorokautta. Suomen pientalojen sisäilman radonin aktiivisuus kuutiometrissä ilmaa on keskimäärin 121 $\mathrm{Bq/m^3}$. Laske, montako Rn-atomia kuutiometrissä ilmaa se vastaa.

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.

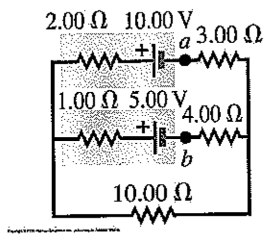
5. Tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon sähkökentän lauseke on

$$(240\ \mathrm{V/m})\cos[(1.2\ \mathrm{rad/m})x + (3.6 \cdot 10^8\ \mathrm{rad/s})t]\ \hat{\jmath}.$$

a) Laske aallonpituus. b) Laske taajuus. c) Laske *magneettikentän* amplitudi. d) Ylläolevan sähkökentän lausekkeen mukaan kosinin ollessa positiivinen sähkökenttä on yksikkövektorin $\hat{\jmath}$ suuntainen. Minkä suuntainen magneettikenttä on kyseisessä kohdassa samaan aikaan?



6. Varaus $Q = 12.3$ nC on jakautunut tasaisesti x-akselille välille $[0, a]$ kuvan mukaisesti. $a = 2.50$ cm ja $r = 1.15$ cm. Laske Q:n aiheuttama sähköinen potentiaali pistevarauksen q kohdalla (verrattuna nollakohtaan äärettömän kaukana).



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

Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad p = qd$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ $\quad \Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$ $\quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q q_0}{r}$ $\quad V = \frac{U}{q_0}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}$ $\quad V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$ $\quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $\quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $\quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ $\quad C = \frac{Q}{V_{ab}}$ $\quad C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ $\quad U = \frac{Q^2}{2C}$ $\quad u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ $\quad C = KC_0$ $\quad \epsilon = K\epsilon_0$ $\quad I = \frac{dQ}{dt}$ $\quad J = \frac{I}{A}$ $\quad \vec{J} = nq\vec{v}_d$ $\quad \vec{E} = \rho\vec{J}$ $\quad \rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$ $\quad R = \frac{\rho L}{A}$ $\quad V = IR$ $\quad P = V_{ab}I$ $\quad \sum I = 0$ $\quad \sum V = 0$ $\quad \tau = RC$ $\quad \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ $\quad \vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = NI\vec{A}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$ $\quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\, d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{encl}}$ $\quad \vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$ $\quad \vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0\vec{M}$ $\quad \vec{B} = K_m\vec{B}_0$ $\quad \mu = K_m\mu_0$ $\quad \chi_m = K_m - 1$ $\quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0(i_C + \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}$ $\quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad L = \frac{N\Phi_B}{i}$ $\quad \mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $\quad U = \frac{1}{2}LI^2$ $\quad u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $\quad \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0\mu_0\frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2}$ $\quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ $\quad E = cB$ $\quad \vec{E}(x,t) = E_{\max}\,\hat{\jmath}\,\cos(kx - \omega t)$ $\quad \vec{B}(x,t) = B_{\max}\,\hat{k}\,\cos(kx - \omega t)$ $\quad u = \epsilon_0 E^2$ $\quad S = \epsilon_0 c E^2$ $\quad \vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E} \times \vec{B}$ $\quad I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2}\epsilon_0 c {E_{\max}}^2$ $\quad d\sin\theta = m\lambda$ $\quad d\sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$ $\quad 2d\sin\theta = m\lambda$ $\quad x = x' + ut$ $\quad y = y'$ $\quad z = z'$ $\quad t = t'$ $\quad v_x = v_x' + u$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$ $\quad \Delta t = \gamma\Delta t_0$ $\quad l = \frac{l_0}{\gamma}$ $\quad x' = \gamma(x - ut)$ $\quad y' = y$ $\quad z' = z$ $\quad t' = \gamma(t - ux/c^2)$ $\quad v_x' = \frac{v_x - u}{1 - uv_x/c^2}$ $\quad v_x = \frac{v_x' + u}{1 + uv_x'/c^2}$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ $\quad \vec{p} = \gamma m\vec{v}$ $\quad E = K + mc^2$ $\quad K = (\gamma - 1)mc^2$ $\quad E = \gamma mc^2$ $\quad E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ $\quad E = hf$ $\quad K_{\max} = hf - \phi$ $\quad E = pc$ $\quad hf = E_i - E_f$ $\quad L = n\frac{h}{2\pi}$ $\quad \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi)$ $\quad \lambda = h/p$ $\quad \hbar = h/2\pi$ $\quad \Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$ $\quad \psi = \sqrt{2/L}\sin(n\pi x/L)$ $\quad E = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ $\quad \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = 1$ $\quad \psi = A\cos kx + B\sin kx$ $\quad \psi = Ce^{\kappa x} + De^{-\kappa x}$ $\quad E = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}) + U\psi = E\psi$ $\quad E = -\frac{13.60 \text{ eV}}{n^2}$ $\quad L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ $\quad L_z = m_l\hbar$ $\quad S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$ $\quad S_z = m_s\hbar$ $\quad \Delta M = ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M$ $\quad E_B = (ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M)c^2$ $\quad A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$ $\quad A(t) = \lambda N(t)$ $\quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ $\quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ $\quad T_{mean} = \frac{1}{\lambda}$ $\quad A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ $\quad Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2$

Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$ 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
atomimassayksikkö	$1 \text{ u} = 1.660538782 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadron luku	$N_A = 6.0221415 \cdot 10^{23}$ 1/mol
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
pallon ala	$4\pi r^2$
ympyrän ala	πr^2
ympyrän piiri	$2\pi r$