FYS-1101 Insinöörifysiikka II
tai FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset
(suoritus jommalle kummalle kurssinumerolle POPin tentti-ilmoittautumisesi mukaisesti)

2. välikoe ja tentti, 25.8.2014 / Petri Kaukasoina

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 **1–4**, **tentin** suorittajat tehtäviin **2–6** ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin. Jos haluat suorituksen vanhasta opintojaksosta FYS-1120 Insinöörifysiikka IIb, mainitse siitä, ja vastaa vain modernin fysiikan tehtäviin **1–3**. Jos suorituksestasi on sovittu erikseen jotakin muuta, mainitse siitäkin.

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. Väriainelaserin orgaanisessa väriainemolekyylissä elektroni pääsee liikkumaan molekyyliä pitkin vapaasti päästä päähän, mutta ei pääse molekyylistä pois. Halutaan, että emittoituvan valon aallonpituus on 550 nm (vihreää valoa), kun elektroni siirtyy ensimmäiseltä viritetyltä tilalta perustilalle. Laske tarvittavan molekyylin pituus.

3. Koboltti-57 eli $^{57}_{27}\mathrm{Co}$ on epästabiili ydin, joka hajoaa vain elektronikaappauksella. a) Kirjoita hajoamisyhtälö. b) Laske, paljonko energiaa vapautuu elektronivoltteina yhden ytimen hajoamisessa. Atomimassoja: $^{4}_{2}\mathrm{He}$ 4.002602 u, $^{53}_{25}\mathrm{Mn}$ 52.941290 u, $^{57}_{26}\mathrm{Fe}$ 56.935399 u, $^{57}_{27}\mathrm{Co}$ 56.936296 u, $^{57}_{28}\mathrm{Ni}$ 56.939794 u.

4. Tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon sähkökentän lauseke on

$$(120\ \mathrm{V/m})\cos[(1.2\ \mathrm{rad/m})y + (3.6 \cdot 10^{8}\ \mathrm{rad/s})t]\ \hat{\boldsymbol{k}}.$$

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

5. Umpinaisen metallipallon varaus on 25 nC ja säde on 85 mm. Laske varatun pallon aiheuttama sähkökenttä Gaussin lain avulla pisteessä, jossa etäisyys keskipisteestä on a) 45 mm ja b) 95 mm. Ilmoita myös kentän suunta. *Huom!* Perustelujakin pitäisi löytyä riittävästi.

6. Kahdella isolla, vaakasuoralla, johtavalla levyllä on vastakkaismerkkiset mutta yhtäsuuret varaukset. Ylempi levy on negatiivinen ja alempi on positiivinen. Levyjen välimatka on 2.20 cm. Sähkökentän suuruus levyjen välissä on $3.00 \cdot 10^{4}$ V/m. a) Minkä suuntainen sähkökenttä on levyjen välissä? b) Kuinka suuri levyjen välinen potentiaaliero on itseisarvoltaan? c) Kumman levyn potentiaali on korkeampi? d) Hiukkanen, jonka varaus on $-e$ (e on alkeisvaraus), siirtyy ylemmältä levyltä alemmalle. Laske sähkökentän tekemä työ hiukkaseen (jouleina).

Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r^2}\,\hat{r}$ $\quad p = qd$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E}$ $\quad \Phi_E = \int\vec{E}\cdot d\vec{A}$ $\quad \Phi_E = \oint\vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$ $\quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}$ $\quad V = \frac{U}{q_0}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ $\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r}$ $\quad V_a - V_b = \int_a^b\vec{E}\cdot d\vec{l}$ $\quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$ $\quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$ $\quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$ $\quad C = \frac{Q}{V_{ab}}$ $\quad C = \epsilon_0\frac{A}{d}$ $\quad U = \frac{Q^2}{2C}$ $\quad u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ $\quad C = KC_0$ $\quad \epsilon = K\epsilon_0$ $\quad I = \frac{dQ}{dt}$ $\quad J = \frac{I}{A}$ $\quad \vec{J} = nq\vec{v}_d$ $\quad \vec{E} = \rho\vec{J}$ $\quad \rho(T) = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$ $\quad R = \frac{\rho L}{A}$ $\quad V = IR$ $\quad P = V_{ab}I$ $\quad \sum I = 0$ $\quad \sum V = 0$ $\quad \tau = RC$ $\quad \vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$ $\quad \Phi_B = \int\vec{B}\cdot d\vec{A}$ $\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$ $\quad \vec{F} = I\vec{l}\times\vec{B}$ $\quad d\vec{F} = Id\vec{l}\times\vec{B}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = NI\vec{A}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{encl}}$ $\quad \vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$ $\quad \vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0\vec{M}$ $\quad \vec{B} = K_m\vec{B}_0$ $\quad \mu = K_m\mu_0$ $\quad \chi_m = K_m - 1$ $\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(i_C + \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}$ $\quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad \oint\vec{E}\cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\quad L = \frac{N\Phi_B}{i}$ $\quad \mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$ $\quad U = \frac{1}{2}LI^2$ $\quad u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $\quad \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0\mu_0\frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2}$ $\quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ $\quad E = cB$ $\quad \vec{E}(x,t) = E_{\max}\,\hat{\jmath}\,\cos(kx-\omega t)$ $\quad \vec{B}(x,t) = B_{\max}\,\hat{k}\,\cos(kx-\omega t)$ $\quad u = \epsilon_0 E^2$ $\quad S = \epsilon_0 cE^2$ $\quad \vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}$ $\quad I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2}\epsilon_0 cE_{\max}{}^2$ $\quad d\sin\theta = m\lambda$ $\quad d\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$ $\quad 2d\sin\theta = m\lambda$ $\quad x = x' + ut$ $\quad y = y'$ $\quad z = z'$ $\quad t = t'$ $\quad v_x = v_x' + u$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$ $\quad \Delta t = \gamma\Delta t_0$ $\quad l = \frac{l_0}{\gamma}$ $\quad x' = \gamma(x-ut)$ $\quad y' = y$ $\quad z' = z$ $\quad t' = \gamma(t-ux/c^2)$ $\quad v_x' = \frac{v_x-u}{1-uv_x/c^2}$ $\quad v_x = \frac{v_x'+u}{1+uv_x'/c^2}$ $\quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ $\quad \vec{p} = \gamma m\vec{v}$ $\quad E = K + mc^2$ $\quad K = (\gamma-1)mc^2$ $\quad E = \gamma mc^2$ $\quad E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ $\quad E = hf$ $\quad K_{\max} = hf - \phi$ $\quad E = pc$ $\quad hf = E_i - E_f$ $\quad L = n\frac{h}{2\pi}$ $\quad \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\phi)$ $\quad \lambda = h/p$ $\quad \hbar = h/2\pi$ $\quad \Delta x\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad \Delta E\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$ $\quad \psi = \sqrt{2/L}\sin(n\pi x/L)$ $\quad E = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$ $\quad \int_{-\infty}^{\infty}|\psi|^2dx = 1$ $\quad \psi = A\cos kx + B\sin kx$ $\quad \psi = Ce^{\kappa x} + De^{-\kappa x}$ $\quad E = (n+\frac{1}{2})\hbar\omega$ $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}) + U\psi = E\psi$ $\quad E = -\frac{13.60\text{ eV}}{n^2}$ $\quad L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ $\quad L_z = m_l\hbar$ $\quad S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$ $\quad S_z = m_s\hbar$ $\quad \Delta M = ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M$ $\quad E_B = (ZM_H + Nm_n - {}^A_Z M)c^2$ $\quad A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$ $\quad A(t) = \lambda N(t)$ $\quad N(t) = N_0e^{-\lambda t}$ $\quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ $\quad T_{mean} = \frac{1}{\lambda}$ $\quad A(t) = A_0e^{-\lambda t}$ $\quad Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2$

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	$2\pi r$