FYS-1101 Insinöörifysiikka II (Petri Kaukasoina)
2. välikoe ja tentti, 26.8.2013

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 **1–4**, **tentin** suorittajat tehtäviin **2–6** ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin. Jos haluat suorituksen 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. Aurinkokunnan ulkopuolelta tulevassa *galaktisessa kosmisessa säteilyssä* tulee melkein suoraan maata kohti mutta täpärästi törmäyksen välttäen hiukkanen, joka sattuu olemaan protoni kineettisellä energialla $6.0 \cdot 10^{-7}$ J. (Protonin massa on $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg.) Kuvittele kulkevasi itse avaruudessa protonin vierellä, levossa protonin suhteen. a) Liikettä vastaan kohtisuorassa suunnassa maapallon halkaisija näyttää olevan tavanomainen 12700 km. Mutta mikä on havaitsemasi maapallon paksuus liikkeen suuntaan mitattuna? b) Näet Maassa ison kellon, jonka sekuntiviisarin pitäisi nytkähtää sekunnin välein eteenpäin. Mikä aikaväli on sinun havaintojesi mukaan? c) Maassa oleva tarkkailija tarkastelee sinun mukanasi olevan kellon sekuntiviisaria. Mikä hänen havaintojensa mukaan viisarin liikahdusten aikaväli on?

2. Elektronien kineettinen energia on 188 eV. Niitä osuu kohtisuoraan kiteen pintaan. Diffraktoituneiden elektronien kertaluvun $n = 2$ intensiteettimaksimi on kulmassa 60.6° pinnan normaalin suhteen. Laske vierekkäisten atomien välimatka pinnassa.

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. Sähköinen potentiaali on

$$(3.00\ \mathrm{V/m^2})xy - (2.00\ \mathrm{V/m^2})y^2 + (5.00\ \mathrm{V/m})y.$$

Laske sähkökentän suuruus (itseisarvo) pisteessä, jonka koordinaatit ovat $x = 2.00$ m, $y = 3.00$ m, $z = 4.00$ m.

6. Elektroni liikkuu alueessa, jossa on sekä tasainen sähkö- että magneettikenttä. Eräänä hetkenä elektronin nopeus on $(5.85 \cdot 10^{3}\ \mathrm{m/s})\ \hat{\boldsymbol{\jmath}}$. Sähkökenttä on $-(4.90 \cdot 10^{3}\ \mathrm{V/m})\ \hat{\boldsymbol{\imath}}$ ja magneettikenttä on $-(1.35\ \mathrm{T})\ \hat{\boldsymbol{k}}$. Laske elektronin kiihtyvyysvektori.

Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

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

$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2$

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	$2\pi r$