FYS-1100 Insinöörifysiikka II, Bio/M/Teva/Tijo/Tuta/Y
(Kaukasoinan luentoryhmä)
tentti, 2.10.2006

1. Kappale, jonka massa on 0.0200 kg, värähtelee kitkattomalla alustalla harmonisesti jouseen kiinnitettynä tasapainokohdan $x = 0.00$ m ympärillä. Hetkellä $t = 0.00$ s kappaleen paikan, nopeuden ja kiihtyvyyden x-komponentit ovat 0.150 m, -2.30 m/s ja -15.0 m/s^2. Laske a) värähtelyn taajuus ja b) värähtelyn amplitudi.

2. Pallon muotoinen varausjakauma on varautunut tasaisesti kauttaaltaan (koko tilavuudeltaan): varaustiheys eli varaus tilavuutta kohti on vakio. Pallon säde on 12.3 cm ja sen kokonaisvaraus on -23.4 nC. Lähde *Gaussin laista* ja laske sähkökenttä etäisyydellä 9.87 cm pallon keskipisteestä. Perustele riittävästi. Ilmoita myös kentän suunta.

3. Auringon valo on sähkömagneettista säteilyä, jonka keskimääräinen intensiteetti Maan etäisyydellä on 1400 W/m^2. Oleta, että kyse olisi sinimuotoisesta tasoaallosta. Laske sähkökentän ja magneettikentän amplitudit.

4. Maan ohittaa Alfa Centaurin suunnasta tuleva alus A. Maassa seisova tarkkailija B mittaa aluksen vauhdiksi $0.95c$. a) Millä vauhdilla A mittaa B:n liikkuvan? b) Montako pikosekuntia A:n kello käy B:n mittaamana yhdessä B:n pikosekunnissa? c) Montako pikosekuntia B:n kello käy A:n mittaamana yhdessä A:n pikosekunnissa?

5. Hiukkanen on yksiulotteisessa laatikossa kvantittuneella tilalla, jonka kvanttiluku on 2. Laatikon vasen reuna on kohdassa $x = 0$ ja oikea reuna kohdassa $x = L$. Laatikon sisällä hiukkasen potentiaalienergia on nolla ja ulkopuolella ääretön. a) Piirrä tilan aaltofunktio. b) Mitä voit sanoa hiukkasen löytymistodennäköisyydestä kohdan $x = L/2$, c) kohdan $x = L/4$ ja d) kohdan $x = 3L/4$ tienoilla?

Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
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
pallon pinta-ala	$4\pi r^2$
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
ympyrän pinta-ala	πr^2
ympyrän ympärysmitta	$2\pi r$

Kaavoja kääntöpuolella!

$f=\frac{1}{T}\quad \omega=2\pi f\quad \omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\quad x=A\cos(\omega t+\phi)\quad \omega=\sqrt{\frac{\kappa}{I}}\quad \omega=\sqrt{\frac{g}{L}}$
$x=Ae^{-(b/2m)t}\cos\omega' t\quad \omega'=\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{b^2}{4m^2}}\quad v=\lambda f\quad k=2\pi/\lambda\quad y(x,t)=$
$A\cos(kx\pm\omega t)\quad \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}=\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}\quad v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\quad P_{\text{av}}=\frac{1}{2}\sqrt{\mu F}\omega^2A^2$
$y(x,t)=y_1(x,t)+y_2(x,t)\quad L=n\frac{\lambda}{2}\quad \vec{F}=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\hat{r}\quad \vec{E}=\frac{\vec{F}_0}{q_0}\quad \vec{E}=$
$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}\quad \vec{E}=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r^2}\hat{r}\quad p=qd\quad \vec{\tau}=\vec{p}\times\vec{E}\quad \Phi_E=\int\vec{E}\cdot d\vec{A}$
$\Phi_E=\oint\vec{E}\cdot d\vec{A}=\frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}\quad U=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}\quad V=\frac{U}{q_0}\quad V=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}\quad V=$
$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r}\quad V_a-V_b=\int_a^b\vec{E}\cdot d\vec{l}\quad E_x=-\frac{\partial V}{\partial x}\quad E_y=-\frac{\partial V}{\partial y}\quad E_z=-\frac{\partial V}{\partial z}$
$C=\frac{Q}{V_{ab}}\quad C=\epsilon_0\frac{A}{d}\quad U=\frac{Q^2}{2C}\quad u=\frac{1}{2}\epsilon_0E^2\quad C=KC_0\quad \epsilon=K\epsilon_0$
$I=\frac{dQ}{dt}\quad J=\frac{I}{A}\quad \vec{J}=nq\vec{v}_d\quad \vec{E}=\rho\vec{J}\quad \rho(T)=\rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$
$R=\frac{\rho L}{A}\quad V=IR\quad P=V_{ab}I\quad \sum I=0\quad \sum V=0\quad \tau=RC$
$\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}\quad \Phi_B=\int\vec{B}\cdot d\vec{A}\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{A}=0\quad \vec{F}=I\vec{l}\times\vec{B}\quad d\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B}$
$\vec{\tau}=\vec{\mu}\times\vec{B}\quad \vec{\mu}=NI\vec{A}\quad \vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}\quad d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0I_{\text{encl}}$
$\vec{M}=\frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}\quad \vec{B}=\vec{B}_0+\mu_0\vec{M}\quad \vec{B}=K_m\vec{B}_0\quad \mu=K_m\mu_0\quad \chi_m=K_m-1$
$\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0(i_C+\epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}}\quad \mathcal{E}=-\frac{d\Phi_B}{dt}\quad \oint\vec{E}\cdot d\vec{l}=-\frac{d\Phi_B}{dt}\quad L=\frac{N\Phi_B}{i}$
$\mathcal{E}=-L\frac{di}{dt}\quad U=\frac{1}{2}LI^2\quad u=\frac{B^2}{2\mu_0}\quad \frac{\partial^2E_y(x,t)}{\partial x^2}=\epsilon_0\mu_0\frac{\partial^2E_y(x,t)}{\partial t^2}\quad c=\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$
$E=cB\quad \vec{E}(x,t)=E_{\text{max}}\,\hat{\jmath}\,\cos(kx-\omega t)\quad \vec{B}(x,t)=B_{\text{max}}\,\hat{k}\,\cos(kx-\omega t)$
$u=\epsilon_0E^2\quad S=\epsilon_0cE^2\quad \vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}\quad I=S_{\text{av}}=\frac{1}{2}\epsilon_0cE_{\text{max}}{}^2\quad d\sin\theta=$
$m\lambda\quad d\sin\theta=(m+\frac{1}{2})\lambda\quad 2d\sin\theta=m\lambda\quad x=x'+ut\quad y=y'\quad z=z'$
$t=t'\quad v_x=v_x'+u\quad \gamma=\frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}\quad \Delta t=\gamma\Delta t_0\quad l=\frac{l_0}{\gamma}\quad x'=\gamma(x-ut)$
$y'=y\quad z'=z\quad t'=\gamma(t-ux/c^2)\quad v_x'=\frac{v_x-u}{1-uv_x/c^2}\quad v_x=\frac{v_x'+u}{1+uv_x'/c^2}$
$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\quad \vec{p}=\gamma m\vec{v}\quad E=K+mc^2\quad K=(\gamma-1)mc^2\quad E=\gamma mc^2$
$E^2=(mc^2)^2+(pc)^2\quad E=hf\quad K_{\text{max}}=hf-\phi\quad E=pc\quad hf=E_i-E_f$
$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{m^2}-\frac{1}{n^2})\quad E_n=-\frac{hcR}{n^2}\quad L=n\frac{h}{2\pi}\quad \lambda'-\lambda=\frac{h}{mc}(1-\cos\phi)\quad \lambda=h/p$
$\hbar=h/2\pi\quad \Delta x\Delta p_x\geq\frac{\hbar}{2}\quad \Delta E\Delta t\geq\frac{\hbar}{2}\quad -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2}+U\psi=E\psi\quad \psi=$
$\sqrt{2/L}\sin(n\pi x/L)\quad E=\frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}\quad \int_{-\infty}^{\infty}|\psi|^2dx=1\quad \psi=A\cos kx+B\sin kx$
$\psi=Ce^{\kappa x}+De^{-\kappa x}\quad E=(n+\frac{1}{2})\hbar\omega\quad -\frac{\hbar^2}{2m}(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2})+U\psi=$
$E\psi\quad E=-\frac{13.60\text{ eV}}{n^2}\quad L=\sqrt{l(l+1)}\hbar\quad L_z=m_l\hbar\quad S=\sqrt{s(s+1)}\hbar$
$S_z=m_s\hbar\quad E=-\frac{Z_{\text{eff}}^2 13.60\text{ eV}}{n^2}\quad \psi=A\sin\frac{n_x\pi x}{L}\sin\frac{n_y\pi y}{L}\sin\frac{n_z\pi z}{L}\quad E=$
$\frac{(n_x^2+n_y^2+n_z^2)\pi^2\hbar^2}{2mL^2}\quad g(E)=\frac{(2m)^{3/2}V}{2\pi^2\hbar^3}E^{1/2}\quad f(E)=\frac{1}{e^{(E-E_F)/kT}+1}$