TTY/Fysiikan laitos **1. Välikoe 1.3.2010**
FYS-1100 Insinöörifysiikka 2, 2009-2010/ Mäkelä **KTT & AuTek**

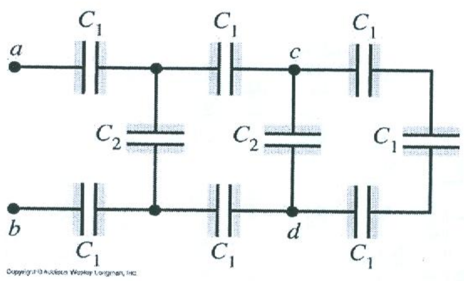
1. Astronauttien painoa on mitattu avaruudessa jousella. Laitetaan 42.5 kg massainen tuoli kiinni jousella ison avaruusaluksen lattiaan ja annetaan tuolin värähdellä itsekseen. Jaksonajaksi saadaan 1.30 s. Kun astronautti istuu tuolissa (jalat eivät kosketa maahan/lattiaan), saadaan värähtelyn jaksonajaksi 2.54 s. Mikä on astronautin massa?

2. Auton hälytyssireeni emittoi ääniaaltoja taajuudella 520 Hz. Ajat moottoripyörällä suoraan autosta poispäin. Kuinka kovaa sinun tulisi ajaa jotta kuulemasi taajuus olisi 490 Hz? Äänen nopeus ilmassa on 340 m/s.

3. Origossa on pistevaraus – 5.0 nC. Määritä sähkökentän voimakkuus vektorisuureena pisteessä (x = 3.0 m, y = –4.0 m). Piirrä koordinaatistoon myös sähkökentän voimakkuutta kuvaava vektori.

4. Kuution keskipisteessä on 9.60 μC:n suuruinen pistevaraus. Kuution jokainen särmä on pituudeltaan 0.500 m. Mikä on sähkövuon suuruus kuution kunkin kuuden sivun läpi? Miten vuo kunkin sivun läpi muuttuu jos kuution jokainen särmä onkin pituudeltaan 0.250 m?

5. Kuvan piirissä jokaisen C_1 kondensaattorin kapasitanssi on 6.9 μF ja jokaisen kondensaattorin C_2 kapasitanssi 4.6 μF. a) Laske kytkennän ekvivalenttikapasitanssi (välillä ab). b) Laske kolmen vasemmanpuoleisen kondensaattorin varaus kun V_{ab} = 420 V. c) Laske V_{cd} kun V_{ab} = 420 V.



---

c = 3.00×10^{8} m/s   e = 1.60×10^{-19} C   h = 6.63×10^{-34} J s $m_e = 9.11\times10^{-31}$ kg

$\varepsilon_0 = 8.854\cdot10^{-12}\,\dfrac{C^2}{N\cdot m^2}$ $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}\,\dfrac{N\cdot s^2}{C^2}$

KÄÄNNÄ

Fysiikan kaavoja IF2 2010

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\,;\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}\,;\omega=\sqrt{\frac{mgd}{I}}\,;E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}kA^2\,;v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\,;f_1=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}\,;$$

$$y(x,t)=A\cos\lfloor kx-\omega t\rfloor;\ P_{av}=\frac{1}{2}\sqrt{\mu F}\,\omega^2A^2\,;p_{\max}=BkA\,;\beta=(10dB)\log\frac{I}{I_0}\,;$$

$$v=\sqrt{\frac{B}{\rho}}\,;v=\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}\,;v=\sqrt{\frac{Y}{\rho}}\,;I=\frac{1}{2}\sqrt{\rho B}\,\omega^2A^2=\frac{{p_{\max}}^2}{2\rho v}\,;f_v=\frac{v+v_v}{v+v_s}f_s\,;$$

$$F=k\frac{|q_1q_2|}{r^2}\,;E=\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\,;\vec{E}=\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{r}\,;\vec{E}=\frac{\vec{F}_0}{q_0}=\frac{\sum\vec{F}_i}{q_0}=\vec{E}_1+\vec{E}_2+\vec{E}_3+\ldots;$$

$$\vec{p}=q\vec{d}\,;\vec{\tau}=\vec{p}\times\vec{E}\,;U=-\vec{p}\cdot\vec{E}\,;\Phi_E=\int\vec{E}\cdot d\vec{A}\,;\oint\vec{E}\cdot d\vec{A}=\frac{Q_{in}}{\varepsilon_0}\,;W_{a\to b}=\int_a^b\vec{F}\cdot d\vec{\ell}\,;$$

$$U=\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\sum_{i<j}\frac{q_iq_j}{r_{ij}}\,;E=\frac{F}{q_0}\,;V=\frac{U}{q_0}=\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\sum_i\frac{q_i}{r_i}\,;V=\frac{U}{q_0}=\frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\int\frac{dq}{r}\,;V_a-V_b=\int_a^b\vec{E}\cdot d\vec{\ell}$$

$$E=\frac{1}{2\pi\,\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}\,;E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,;E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,;\vec{E}=-\left(\hat{i}\frac{\partial V}{\partial x}+\hat{j}\frac{\partial V}{\partial y}+\hat{k}\frac{\partial V}{\partial z}\right);C=\frac{Q}{V_{ab}}\ C=\varepsilon_0\frac{A}{d}\,;$$

$$\frac{1}{C_{eq}}=\sum_i\frac{1}{C_i}\,;C_{eq}=\sum_i C_i\,;u_E=\frac{1}{2}\varepsilon_0E^2\,;U=\frac{Q^2}{2C}=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}QV\,;C=KC_0\,;E=\frac{E_0}{K}\,;$$

$$V=\frac{V_0}{K}\,;I=\frac{dQ}{dt}=n\,q\,v_dA\,;\vec{J}=n\,q\,\vec{v}_d\,;\vec{E}=\rho\,\vec{J}\,;\rho\,(T)=\rho_0[1+\alpha(T-T_0)];$$

$$R_{eq}=\sum_i R_i\,;\frac{1}{R_{eq}}=\sum_i\frac{1}{R_i}\,;\vec{F}=q(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B})\,;\ dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\ell\sin\phi}{r^2}\,;d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{\ell}\times\hat{r}}{r^2}\,;$$

$$\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\int\frac{Id\vec{\ell}\times\hat{r}}{r^2}\,;\ B=\frac{\mu_0I}{2\pi\,r}\,;\ \ B=\frac{\mu_0Ia^2}{2(x^2+a^2)^{3/2}}\,;\ \oint\vec{B}\cdot d\vec{\ell}=\mu_0I_{in}\,;B=\mu_0nI\,;$$

$$B=\frac{\mu_0NI}{2\pi\,r}\,;\ \frac{F}{L}=\frac{\mu_0I\,I'}{2\pi\,r}\,;\ d\vec{F}=I\,d\vec{\ell}\times\vec{B}\,;\vec{\mu}\ =I\,\vec{A}\,;\vec{\tau}\ =\vec{\mu}\times\vec{B}\,;\ U_B=-\vec{\mu}\cdot\vec{B}\,;$$

$$\vec{B}=\vec{B}_0+\mu_0\vec{M}\,;\Phi_B=\int\vec{B}\cdot d\vec{A}=\int BdA\cos\phi\,;\oint\vec{E}\cdot d\vec{\ell}=-\frac{d\Phi_B}{dt}\,;$$

$$\mathcal{E}=-N\frac{d\,\Phi_B}{dt}\,;\ d\mathcal{E}=(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{\ell}\,;\ u_B=\frac{1}{2\mu_0}B^2\,;\ \mathcal{E}_1=-M\frac{di_2}{dt}\,;\ M=\frac{N_2\Phi_{B2}}{i_1}=\frac{N_1\Phi_{B1}}{i_2}\,;$$

$$L=\frac{N\,\Phi_B}{i}\ U=\frac{1}{2}LI^2\,;\ i(t)=\frac{\varepsilon}{R}\left(1-e^{-(R/L)t}\right)=\frac{\varepsilon}{R}\left(1-e^{-t/\tau}\right);\ \omega=\sqrt{\frac{1}{LC}}\,;$$

$$\frac{1}{2}Li^2+\frac{q^2}{2C}=\frac{Q^2}{2C}\,;Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{R^2+(\omega L-\frac{1}{\omega C})^2}\,;$$

$$\tan\phi=\frac{\omega L-\frac{1}{\omega C}}{R}\ \ c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}\ \ u=\frac{1}{2}\varepsilon_0E^2+\frac{1}{2\mu_0}B^2\,;\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}\,;p_{rad}=\frac{S_{av}}{c}=\frac{I}{c}\,;$$

$$p_{rad}=\frac{2S_{av}}{c}=\frac{2I}{c}\,;I=S_{av}=\frac{E_{\max}B_{\max}}{2\mu_0}=\frac{{E_{\max}}^2}{2\mu_0c}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}{E_{\max}}^2=\frac{1}{2}\varepsilon_0c{E_{\max}}^2\,;$$

$$n_a\sin\theta_a=n_b\sin\theta_b\,;\ P=\frac{I_{\max}-I_{\min}}{I_{\max}+I_{\min}}\,;I=I_0\cos^2(\frac{\phi}{2});\ d\sin\theta=m\lambda\,;$$

$$\frac{\phi}{2\pi}=\frac{r_2-r_1}{\lambda}\,;\ E_P=E_0\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\,;\ \ I=I_0\left[\frac{\sin[\pi a(\sin\theta)/\lambda]}{\pi a(\sin\theta)/\lambda}\right]^2;$$

$$I=I_0\cos^2\frac{\phi}{2}\left[\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2;\phi=\frac{2\pi d}{\lambda}\sin\theta\,;\ \beta=\frac{2\pi a}{\lambda}\sin\theta\,;a\sin\theta=n\lambda\,;$$

$$\Delta t=\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}}=\gamma\Delta t_0\,;\ \gamma=\frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}\,;\ \ell=\ell_0\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}=\frac{\ell_0}{\gamma}\,;$$

$$m_{rel}=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\,;\ \vec{p}=\frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\,;v'=\frac{v-u}{1-\frac{uv}{c^2}}\,;v=\frac{v'+u}{1+\frac{uv'}{c^2}}\,;$$

$$E=K+m_0c^2=\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=\gamma\ m_0c^2\,;E^2=(m_0c^2)^2+(pc)^2;\ \ E=hf=\frac{hc}{\lambda}\,;$$

$$\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{hc}(E_{initial}-E_{final})=R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2}\right);E_n=-\frac{hcR}{n^2}\,;R=\frac{m\,e^4}{8\varepsilon_0h^3c}\,;r_n=\varepsilon_0\frac{n^2h^2}{\pi\ me^2}\,;$$

$$v_n=\frac{1}{\varepsilon_0}\frac{e^2}{2nh}\,;\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}\,;\ mvr=n\frac{h}{2\pi}\,;\Delta y\Delta p\geq\frac{h}{2\pi}=\hbar\,;p_n=\frac{h}{\lambda_n}=\frac{nh}{2L}\,;$$

$$E_n=\frac{{p_n}^2}{2m}=\frac{n^2h^2}{8mL^2}\ \ E\ =\frac{p^2}{2m}=\frac{h^2}{2m\,\lambda^2}=\frac{h^2k^2}{8\pi^2m}\,;\ -\frac{h^2}{8\pi^2m}\frac{d^2\psi}{dx^2}+U(x)\psi=E\psi$$

$$T\ =Ge^{-2\kappa\ L}\,;G=16\frac{E}{U_0}\left(1-\frac{E}{U_0}\right);\kappa\ =\frac{2\pi\ \sqrt{2m(U_0-E)}}{h}\,;$$

$$E_n=-\frac{1}{(4\pi\ \varepsilon_0)^2}\frac{me^4}{2n^2\hbar^2}=-\frac{13.60\ eV}{n^2}\,;\ \ \ E_n=-\frac{{Z_{eff}}^2}{n^2}(13.60\ eV)$$

$$L=\sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar\,;\ \ \ell=0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-1$$

$$L_z=m_\ell\hbar\,;\ \ m_\ell=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \ldots,\ \pm\ell$$