TTY/Fysiikan laitos

FYS-1110 Insinöörifysiikka IIa, Tietotekniikka, Välikoe 1., 04.04.2008

1. Kirjan mukaan seuraavaa konstia käytetään oikeasti astronauttien punnitsemiseen avaruuden painottomuudessa: Istuin, jonka massa on $42.5kg$ kiinnitetään jouseen ja pannaan värähtelemään. Kun istuin on tyhjä, värähtelyn jakso on $1.30s$. Mutta jos siihen istuutuu astronautti, värähtelyjakso onkin $2.54s$.
(a) Mikä on tällöin astronautin massa? (b) Mikä on jousen jousivakio? (c) Jos vaakaan istuutuu astronautti, jonka massa on $80kg$, mikä on jousen *värähtelytaajuus*?

2. Järven pinnalla kulkee aalto, jota voi kuvata yhtälöllä:

$$y(x,t) = (3.75cm)\cos\left(0.450cm^{-1}x + 5.40s^{-1}t\right),$$

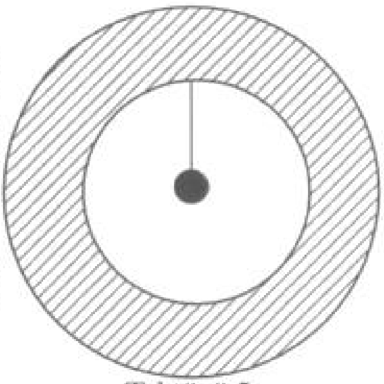
missä y on veden pinnan poikkeama tyynen järven pinnan keskimääräisestä tasosta.
(a) Mikä on aallon aaltoluku ja kulmataajuus? Laske näistä aallonpituus ja taajuus. (b) Mikä on aallon etenemisnopeus, ja mikä on kalastajan ongenkohon maksiminopeus, kun se liikkuu ylös ja alas? (Huom. koho ei liiku aallon etenemissuuntaan!)

3. Elektronin kiihdyttämiseen käytetään kahta varattua metallilevyä, joiden välinen etäisyys on $d = 0.10m$. Levyillä luodaan sähkökenttä, jonka voimakkuus on $10kV/m$ ja joka osoittaa negatiiviseen x-suuntaan.
Voit olettaa, että kenttä on tasainen vakiokenttä. (a) Kuinka suuri potentiaaliero on levyjen välillä oltava, jotta kentän voimakkuus olisi tuo $10kV/m$. (b) Kuinka suuri on metallilevyjen pintavaraustiheys?
(c) Jos elektroni lähtee levosta, mikä on sen nopeus kun se on ylittänyt levyjen välisen etäisyyden.

4. Juna etenee nopeudella 25.0 m/s tyynessä säässä. Junan pilli viheltää taajuudella 400 Hz. (a) Mikä on aallonpituus junan edellä ja (b) junan jäljessä? Minkä korkuisen äänen kuulee paikallaan oleva kuuntelija (c) junan edellä ja (d) junan jäljessä?

5. Kuvassa on sähköisesti neutraali ontto metallipallo (ulkosäde $15.0cm$ ja sisäsäde $10cm$), jonka sisällä roikkuu eristelangassa varattu pieni pallomainen varaus q. Vaikka ontto metallipallo on neutraali, sen sisällä oleva varaus indusoi pallon sisä- ja ulkopintaan tasaisen pintavarauksen.

(a) Miten Gaussin lakia käyttämällä voi päätellä, kuinka suuri varaus indusoituu ulkopinnalle (q_u) ja sisäpinnalle (q_s)? (b) Piirrä sähkökentän kenttäviivat tehtävän tapaukselle.



Tehtävä 5.

(c) Metrin etäisyydellä metallipallon keskipisteestä mitataan sähkökentän voimakkuus $3.0 \cdot 10^3 V/m$. Kuinka suuri on pallon keskellä roikkuva varaus q ? (d) Kuinka voimakas on kenttä metallipallon sisäpinnalla?

käännä

Vakioita:

$g = 9.80 m/s^2$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} C^2/N \cdot m^2$, ja $e = 1.602 \times 10^{-19} C$. $1eV = 1.602 \times 10^{-19} J$.
$c = 3.0 \times 10^8 m/s$, elektronin massa $m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$,
Matemaattisia kaavoja: $sin^2(\alpha) + cos^2(\alpha) = 1$,
Pallon pinta-ala $A = 4\pi r^2$, pallon tilavuus $4\pi r^3/3$.

Ympyrän kehän pituus $l = 2\pi r$ ja ympyrän pinta-ala $A = \pi r^2$.

Ohessa sekalainen kokoelma kaavoja, joista voi olla hyötyä. Huomaa, että kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin

$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, $v = v_0 + at$, $a_{rad} = \frac{v^2}{R}$, $v = \frac{2\pi R}{T}$, $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$, $\mathbf{J} = \Delta \mathbf{p}$, $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$, $K = \frac{1}{2} m v^2$, $W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{s}$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$, $W_{tot} = \Delta K$, $J = F_{ave} \Delta t$, $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$, $K = \frac{1}{2} I \omega^2$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\bar{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $L = I\omega$, $\sum \bar{\tau} = \frac{d\mathbf{L}}{dt}$,

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\kappa}{I}}\ ,\quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}\ ,\quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}\ ,\quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgd}{I}},$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

$y = A\cos(kx - \omega t)$, $y = A\cos(kx + \omega t)$, $v = \sqrt{F/\mu}$, $y(x,t) = (A_{sw} \sin kx) \sin \omega t$. $\quad v = \lambda f \quad v = \omega/k$.

$$f_L = \frac{v + v_L}{v + v_S} f_S.$$

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{r} \quad \vec{\mathbf{E}} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad \vec{\mathbf{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{r} \quad \vec{\mathbf{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r^2}\,\hat{r}$

$p = qd \quad \vec{\tau} = \vec{\mathbf{p}} \times \vec{\mathbf{E}} \quad U = -\vec{\mathbf{p}} \cdot \vec{\mathbf{E}}$

$$\Phi_E = \int \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{A}} \qquad \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q q_0}{r} \quad V = \frac{U}{q_0} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{dq}{r}$

$V_a - V_b = \int_a^b \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{l} \quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} \quad E_r = -\frac{\partial V}{\partial r}$