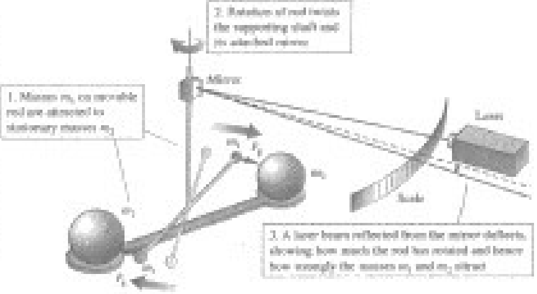
TTY/Fysiikan laitos

FYS-1090 Insinöörifysiikka, Tietotekniikka, Tentti, 17.3. 2008

1. Oleta, että gravitaatiokiihtyvyys g olisi $0.98 m/s^2$ sen sijaan, että se on $9.80 m/s^2$. Oleta myös, että pystyt hyppäämään tai heittämään palloa samalla alkunopeudella, vaikka gravitaatiokiihtyvyys on muuttunut. (a) Jos nykyisessä gravitaatiossa pystyt hyppäämään tasajalkaa korkeudelle $75cm$, mille korkeudelle voisit hypätä uudessa tilanteessa? (b) Entä jos heität nyt palloa korkeudelle $18m$, mikä olisi uusi heittokorkeus? (c) Jos nyt uskaltaisit hypätä alas ikkunasta, joka on $2.0m$ korkeudella, kuinka korkealta voisit hypätä, jos gravitaatiokiihtyvyys olisi $0.98 m/s^2$?

2. Joissain olosuhteissa tähti voi romahtaa äärimmäisen tiheäksi, lähinnä neutroneista koostuvaksi neutronitähdeksi. Tällöin tähden tiheys on noin 10^{14} kertaa niin suuri kuin tavallisen kiinteän aineen. Oletetaan, että tähteä voidaan käsitellä umpinaisena tasalaatuisena pallona sekä ennen että jälkeen romahduksen. (a) Tähden alkuperäinen säde oli $7.0 \times 10^5 km$; sen loppusäde on $16km$. Jos tähti alunperin pyörähti akselinsa ympäri kerran 30 päivässä, mikä on neutronitähden kulmanopeus romahduksen jälkeen? (b) Laske kineettinen energia romahduksen jälkeen suhteessa kineettiseen energiaan ennen romahdusta.

3. Cavendishin vaa'alla tehdyssä kokeessa havaitaan, että $0.400kg$-massainen pallo vetää puoleensa palloa, jonka massa on $0.00300kg$ voimalla, jonka suuruus on $8.00 \times 10^{-10} N$, kun pallojen keskipisteiden etäisyys on $0.0100m$. (a) Johda tästä arvo gravitaatiovakiolle G. (b) Maan pinnalla gravitaatiokiihtyvyys on $9.80 m/s^2$ ja maan säde on $6380km$. Laske näistä tiedoista maan massa.



Tehtävä 3.

4. Bensiinimoottori ottaa kierroksella lämpöä $1.61 \times 10^4 J$ ja tekee työtä $3700J$. Lämpö saadaan bensiinistä, jonka polttolämpö on $4.60 \times 10^4 J/g$. (a) Mikä on moottorin terminen hyötysuhde? (b) Paljonko moottori luovuttaa lämpöä joka kierroksella? (c) Paljonko bensiiniä palaa kierroksen aikana? (d) Jos moottori käy 60.0 kierrosta sekunnissa, mikä on moottorin teho kilowateissa?

5. (a) Laske vesihöyryn ominaislämpökapasiteetti vakiotilavuudessa. Vesihöyry koostuu kolmiatomisista (ei-lineaarisista) H_2O-molekyyleistä, joille voit olettaa kolme translaatiovapausastetta (kolme riippumatonta liikesuuntaa), sekä kolme rotaatiovapausastetta (kolme riippumatonta kiertoakselia), mutta molekyylin värähtelyllä ei ole vaikutusta. (Veden moolimassa on $18.0 g/mol$.) (b) Vesihöyryn adiabaattivakio alhaisessa paineessa on 1.3368. Laske tästä todelliset ominaisölämpökapasiteetit ja aktiivisten vapausasteiden lukumäärä. Vertaa tulosta (a)-kohdassa laskelmaasi, ja arvioi värähtelyjen todellista vaikutusta.

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.
Umpinaisen pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{5}MR^2$, tangon hitausmomentti keskipisteen suhteen $I = \frac{1}{12}ML^2$,
Umpinaisen sylinterin hitausmomentti $I = \frac{1}{2}MR^2$,
Onton sylinterin hitausmomentti $I = MR^2$.
Ympyrän pinta-ala $A = \pi R^2$, pallon pinta-ala $A = 4\pi R^2$, Maapallon säde $R = 6.38 \times 10^6 m$. maapallon massa $M = 5.97 \times 10^{24} kg$.
$1atm = 1.01 \times 10^5 Pa.$, $g = 9.80 m/s^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$,
$0°C = 273K$. $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{J}{W \cdot m^2}$. $k = 1.381 \cdot 10^{-23} J/K$, $R = 8.315 J/(K \cdot mol)$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} kpl/mol$.

$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, $v = v_0 + at$, $a_{rad} = \frac{v^2}{R}$, $v = \frac{2\pi R}{T}$,
$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$, $\mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}$, $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$, $K = \frac{1}{2}mv^2$, $W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{s}$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$,
$W_{tot} = \Delta K$, $J = F_{ave}\Delta t$, $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$, $K = \frac{1}{2}I\omega^2$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\vec{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\tau = I\alpha$,
$\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

$$v_{ax} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_x, \;\; v_{bx} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_x, \quad F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}, \;\; U_g = -G\frac{m_1 m_2}{r},$$

$H = Ae\sigma T^4$. $dQ = mcdT = nCdT$, $Q = mL_{f,c}$ $dW = pdV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$, $pV^{\gamma} = vakio$,
$TV^{\gamma - 1} = vakio$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{k}{2}R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$.