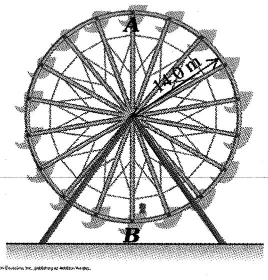
TTY/Fysiikan laitos

FYS-1090 Insinöörifysiikka, TiTe+Siti, Tentti 6.4. 2010

1. Maailmanpyörän säde on $14.0m$ ja se pyörii vaakasuoran akselin ympäri (ks. kuva). Kyydissä istuvan matkustajan lineaarinen vauhti on $7.0m/s$. Mikä on matkustajan kiihtyvyyden suunta ja suuruus, kun hän ohittaa (a) kierroksen korkeimman kohdan, (b) kierroksen matalimman kohdan? (c) Matkustajan massa on $70.0kg$. Mikä on hänen näennäinen painonsa kierroksen matalimmalla ja korkeimmalla kohdalla?



Kuva 1., tehtävä 1.

2. Kanadalaiset ydinreaktorit käyttävät hidastimena raskasta vettä, jossa neutronit (massa $1.0u$) törmäävät kimmoisasti deuteroneihin, joiden massa on on $2.0u$. ($1u = 1.66 \times 10^{-27}kg$ on atomimassayksikkö). (a) Jos neutroni törmää kimmoisesti ja yksiulotteisesti paikallaan olevaan deuteroniin, monenteenko osaan neutronin vauhti putoaa verrattuna alkuperäiseen? (b) Mikä on neutronin kineettinen energia törmäyksen jälkeen suhteessa törmäystä edeltäneeseen energiaan? (c) Montako peräkkäistä törmäystä tarvitaan, jotta neutronin vauhti putoaisi 1/59000-osaan alkuperäisestä?

3. Suunnittelet moottorin, joka ottaa $1.50 \times 10^4 J$ kierroksella lämpötilasta $650K$ ja se poistaa ylimääräisen lämmön lämpötilassa $350K$. Moottori tekee 240 kierrosta minuutissa. Oleta, että moottori toimii kuin ideaalinen Carnot'n kone. (a) Kuinka suuri on matalaan lämpötilaan kierrosta kohti poistuva lämpömäärä? (b) Paljonko moottori tekee työtä kierrosta kohti? (c) Mikä on moottorisi teoreettinen maksimiteho? (d) Mikä on kierrosta kohti entropian muutos moottorissa?

4. Kaasumaisella etaanilla (C_2H_6) on adiabaattivakio $\gamma = 1.220$ ja sitä voidaan käsitellä ideaalikaasuna. (a) Laske adiabaattivakiosta myös molaariset ominaislämpökapasiteetit C_v ja C_p and etaanimolekyylin aktiivisten vapausasteiden lukumäärä. (a) Jos $2.40mol$ etaania lämmitetään $20°C$:sta $25°C$:een vakiopaineessa $p = 1.00atm$, paljonko lämpöä tarvitaan?

5. Uimahyppääjä hyppää lankulta kädet ja jalat ojennettuina, jolloin hänen hitausmomenttinsa on $18kgm^2$. Kun hän menee kerälle, hänen hitausmomenttinsa pienenee arvoon $3.6kgm^2$. Kun hän on kerällä, hän tekee kaksi kokonaista pyörähdystä $1.0s$:n aikana. (a) Mikä on kerällä olevan uimahyppääjän kulmanopeus? (b) Mikä on tällöin hänen kulmaliikemääränsä (eli pyörimismääränsä)? Entä pyörimisen liike-energia? (c) Uimahyppääjään ei vaikuta mitään merkittävää ulkoista vääntömomenttia. Jos hän ei olisi mennyt kerälle, olisiko hänellä sama kulmaliikemäärä, liike-energia tai molemmat? Ellei hän olisi mennyt kerälle, montako kierrosta hän olisi pyörähtänyt $1.0s$:n aikana?

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.

Umpinaisen pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{5}MR^2$, onton pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{3}MR^2$, umpinaisen kiekon hitausmomentti $I = \frac{1}{2}MR^2$, Onton kiekon, 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 $M = 5.97 \times 10^{24} kg$.
$1atm = 1.01 \times 10^5 Pa.$, $g = 9.80m/s^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$,
$0°C = 273K$. $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{J}{W \cdot m^2}$.
$k = R/N_A = 1.381 \cdot 10^{-23} J/K$, $R = 8.315 J/(K \cdot mol)$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} kpl/mol$.
$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, $v = v_0 + at$, $a_{rad} = \frac{v^2}{r}$, $v = \frac{2\pi r}{T}$,
$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$, $\mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}$.
$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$, $K = \frac{1}{2}mv^2$, $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$, $W_{tot} = \Delta K$,
$J = F_{ave}\Delta t$, $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$.
$K = \frac{1}{2}I\omega^2$, $L = I\omega$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\bar{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\tau = I\alpha$, $\tau = dL/dt$.
$\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

$$v_{ax} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_x, \; v_{bx} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_x.$$

$F_g = G\frac{mM}{r^2}$, $U_g = -G\frac{mM}{r}$,

$H = Ae\sigma T^4$. $dQ = mcdT = nCdT$, $Q = mL_{f,c}$ $dW = pdV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$, $pV^\gamma = vakio$, $TV^{\gamma-1} = vakio$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{f}{2}R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$. $\frac{1}{2}mv_{rms}^2 = \frac{3}{2}kT$.