

FYS-1090 Insinöörifysiikka, TiTe+TLE, Tentti, 9.3. 2009

1. Liu'ut kelkalla mäkeä, jonka kulma vaakasuoraan nähden on 30° . Oletetaan, että sinun ja kelkan yhteenlaskettu massa on 80kg . Kelkan ja jäisen lumen välinen (kineettinen) kitkakerroin on $\mu = 0.10$.

(a) Piirrä vapaakappalekuva sinun ja kelkan yhteiseen massakeskipisteeseen kohdistuvista voimista. Kuvasa on esitettävä paino, normaalivoima ja kitkavoima. (b) Ratkaise normaalivoiman ja kitkavoiman suuruus. (c) Jos lasket kelkalla matkan joka on *mäen suuntaisena* 20m , kuinka suuri on kelkkaan kohdistuva kitkatyö? (d) Energian säilymislain avulla laske, mikä on vauhtisi tuon 20m :n liu'un jälkeen? (Olet lähtenyt liikkeelle levosta).

2. Eräs James Bondin vastustaja seisoo liukkaalla jäällä (kenkien ja jään välinen kitka on olematon). Hän yrittää osua Bondiin, James Bondiin, teräksellä vahvistetulla hatulla, jonka hän heittää ilmaan nopeudella 22.0m/s kulmaan 36.9° vaakatasoon nähden. (a) Esitä hatun nopeus komponenttimuodossa. Valitse x-akseli vaakasuoraan suuntaan ja y-akseli pystysuoraan. (b) Jos konnan massa on 120kg ja hatun massa on 4.50kg , mikä on hänen saamansa vaakasuora rekyylinopeus?

3. Moottorin vauhtipyörällä on hitausmomentti $2.50\text{kg} \cdot \text{m}^2$ pyörimisakselinsa ympäri. (a) Mikä on vakiovääntömomentti vaaditaan kiihdyttämään vauhtipyörä levosta kulmanopeuteen 400rpm ajassa 8.0s ? Mikä on vauhtipyörän kulmanopeus radiaaneina sekunnissa? (b) Mikä on vauhtipyörän kineettinen energia kiihdytyksen jälkeen? (c) Entä mikä on sen kulmalikemäärä kiihdytyksen jälkeen? (Avuksi: *rpm* tarkoittaa kierrosta minuutissa.)

4. Bensiinimoottori ottaa kierroksella lämpöä $1.61 \times 10^4\text{J}$ ja tekee työtä 3700J . Lämpö saadaan bensiinistä, jonka polttolämpö on $4.60 \times 10^4\text{J/g}$. (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. Hiilidioksidin CO_2 ominaislämpökapasiteetti vakiotilavuudessa on $C_V = 28.46\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$.

(a) Montako energiavapausastetta tämän perusteella hiilidioksidimolekyylillä on? (b) Oleta, että CO_2 on ideaalikaasu. Laske ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa ja adiabaattivakio.

Yksi litra hiilidioksidia pääsee laajenemaan *adiabaattisesti* paineesta $p_1 = 10\text{atm}$ tilavuuteen 10l . Mikä on kaasun paine p_2 laajenemisen jälkeen. Jos alussa kaasun lämpötila oli $T_1 = 300\text{K}$, mikä on sen lämpötila T_2 laajenemisen jälkeen?

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 $R = 6.38 \times 10^6\text{m}$. Maapallon massa $M = 5.97 \times 10^{24}\text{kg}$.

$$1\text{atm} = 1.01 \times 10^5\text{Pa}, g = 9.80\text{m/s}^2, G = 6.67 \times 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2,$$

$$0^\circ\text{C} = 273\text{K}, \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{J}}{\text{W} \cdot \text{m}^2}.$$

$$k = 1.381 \cdot 10^{-23}\text{J/K}, R = 8.315\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol}), N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{kpl/mol}.$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{x}}{dt}, \mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}, x = x_0 + \int_0^t v dt, v = v_0 + \int_0^t a dt, x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2, v = v_0 + at, a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{r}, v = \frac{2\pi r}{T}, \mathbf{p} = m\mathbf{v}, \mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}.$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}, K = \frac{1}{2}mv^2, W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}, W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U, W_{\text{tot}} = \Delta K, J = F_{\text{ave}}\Delta t, \mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt.$$

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2, \mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}, \bar{\boldsymbol{\tau}} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}, \tau = I\alpha, L = I\omega.$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$$

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

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

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