

FYS-1091 Insinöörifysiikka, Au+Mat, Välikoe 1., 1.11. 2010

Kirjoitusvälineiden lisäksi funktiolaskin on sallittu.

1. Suurin mitattu pallon nopeus baseball-syötössä on 45.0m/s . Jos pallo kulki heittoliikkeen aikana syöttäjän käden mukana 1.50m matkan, ja kiihtyvyys tuona aikana oli vakio, (a) mikä oli pallon kiihtyvyys syötön aikana ja (b) kuinka pitkän ajan kiihdytys kesti? (c) Jos pallon massa on 0.150kg , mikä oli käden palloon kohdistama voima?

2. Ajettaessa monivaihteisella polkupyörällä ajaja voi vaihtaa ketjun taka-akselin rattaalta toiselle. Olkoon polkimiin kiinnitetty ratas säteeltään 12.0cm . (a) Jos polkimien kulmanopeus on 0.600rev/s , millä lineaarisella nopeudella ketjut liikkuvat? (b) Jos takarengkaan säde on 0.33m ja polkupyörä etenee nopeudella 5.00m/s , millä kulmanopeudella takarengas pyörii? (c) Jotta (a)-kohdan ketjujen nopeus ja (b)-kohdan etenemisnopeus vastaisivat toisiaan, mikä on oltava taka-akseliin kiinnitetyn rattaan säde?

3. 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. Kuvassa 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).

4. Eräissä ydinreaktoreissa käytetään hidastimena raskasta vettä, jossa neutronit (massa $1.0u$) törmäävät kimmoisasti deuteroneihin, joiden massa on $2.0u$. ($1u = 1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$ on atomimassayksikkö). (a) Jos neutroni törmää kimmoisesti ja yksiulotteisesti paikallaan olevaan deuteroniin, monenteenosaan 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? Voit käyttää allaolevaa kaavakokoelmaa apunasi.

5. 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 kiihdytyksen jälkeen? (b) Mikä on vauhtipyörän kineettinen energia kiihdytyksen jälkeen? (c) Entä mikä on sen kulmalikemäärä kiihdytyksen jälkeen? (Avuksi: rpm tarkoittaa kierrosta minuutissa.)

Kaavoja, joita saatat tarvita. Kaavat eivät välttämättä ole yleispäteviä, vaan eräät niistä soveltuvat vain erityistapauksiin.

$$g = 9.80\text{m/s}^2, \mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}, \mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}, x = x_0 + \int_0^t v dt, v = v_0 + \int_0^t a dt, x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2, v = v_0 + at.$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0), a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{R}, v = \frac{2\pi R}{T}.$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}, \alpha = \frac{d\omega}{dt}, v = \omega r, a_{\parallel} = \alpha r, a_{\perp} = \omega^2 r.$$

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}, \mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}, \sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}, K = \frac{1}{2}mv^2, W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}, W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U,$$

$$W_{\text{tot}} = \Delta K, J = F_{\text{ave}}\Delta t, \mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt, \mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$$

$$v_{a2} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_{a1}, \quad v_{b2} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_{a1} \quad \text{ja} \quad v_{a2} - v_{b2} = v_{b1} - v_{a1}.$$

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2, \mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}, L = mrv_{\perp}, L = I\omega, \bar{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}, \tau = rF_{\perp} \quad \tau = I\alpha,$$

$$\text{Umpinaisen pallon hitausmomentti } I = \frac{2}{5}MR^2, \text{ Umpinaisen kiekon hitausmomentti } I = \frac{1}{2}MR^2.$$