

FYS-1090 Insinöörfysiikka, Tietotekniikka, Välikoe 1., 4.12. 2007

1. Auto etenee vakionopeudella  $15\text{m/s}$ . Moottoripyöräpoliisi lähtee liikkeelle vakiokiihtyvyydellä  $3.0\text{m/s}^2$  juuri kun auto on hänen kohdallaan.

(a) Piirrä samaan kuvaajaan auton ja moottoripyörän kulkema matka ajan funktiona. Hetki  $t = 0\text{s}$  on ohitushetki ja  $x = 0\text{m}$  vastaa ohituspaikkaa. Piirrä sellainen kuvaaja josta näkee, missä kohdassa ja millä hetkellä moottoripyörä saavuttaa auton.

(b) Käyttäen tasaisen kiihtyvyyden lausekkeita määritä, millä hetkellä ja missä kohdassa moottoripyörä saavuttaa auton.

2. Harry L. ( $m = 100\text{kg}$ ) istuu maailmanpyörässä (säde  $R = 14\text{m}$ ) vaa'an päällä. Maailmanpyörä pyörii kaksi kierrosta minuutissa. Oleta, että maailmanpyörän akseli on vaakasuorassa ja, että Harry L. istuu täysin pystyasennossa.

(a) Mikä on Harryn paino, kun maailmanpyörä on paikallaan? Tarkastele liikkeessä olevaa maailmanpyörää: (b) Mikä on maailmanpyörässä istuvan Harry L:n keskeiskiihtyvyys? Mitkä voimat vaikuttavat Harryyn? (c) Piirrä vapaakappalekuva Harrystä, kun hän on suoraan akselin yläpuolella (piste A) ja kun hän on akselin alapuolella (piste B). Mitä vaaka näyttää, kun Harry L. on suoraan akselin alapuolella? Entä suoraan akselin yläpuolella?



Kuva 1., tehtävä 1.

3. Olet kerännyt ostoskärryihin tavaraa niin paljon, että tavaran ja kärryjen massa on yhteensä  $50\text{kg}$ . Kylästyit työntämiseen ja päätät juosta kohti paikallaan olevia kärryjä nopeudella  $5.0\text{m/s}$  ja hypätä niiden kyytiin, jolloin lähdette rullaamaan eteenpäin yhteisellä nopeudella. (a) Olettaen, että massasi on  $80\text{kg}$ , mikä on yhteinen nopeutenne? (b) Kuinka suuri on teidän yhteinen kineettinen energianne verrattuna alkuperäiseen kineettiseen energiaasi?

(Kärryjen ohjattavuus tässä tapauksessa saattaa olla melko huono, enkä kehota kokeilemaan tätä tempua.)

4. Jalkapallomaalivahti torjuu laukauksen, jossa pallo ( $m = 0.420\text{kg}$ ) tulee häntä kohti vauhdilla  $10\text{m/s}$ . (a) Mitkä ovat pallon liikemäärä ja kineettinen energia? (b) Oleta, että maalivahti joustaa käsillään torjuessaan siten, että kädet antavat myöten  $15.0\text{cm}$  pallon liikesuuntaan. Jos maalivahti kohdistaa pallon vakiovoiman, kuinka suuri tämä voima on? Olettaen edelleen vakiovoima, monessako sekunnissa pallon liike on pysähtynyt?

Tarkastele pesäpalloa ( $m = 0.140\text{kg}$ ), jolle on lyöty vauhti  $30.0\text{m/s}$ . (c) Mitkä ovat pallon liikemäärä ja kineettinen energia? (d) Ulkokenttäpelaaaja koppaa pallon joustuen siten, että hänen kätensä antaa myöten pallolle sen liikesuunnassa. Oleta, että hän kohdistaa pallon vakiovoiman. Jos pallon liike pysähtyy ajassa  $0.03\text{s}$ , mikä on tämä vakiovoima? Olettaen edelleen tämä sama vakiovoima, kuinka pitkällä matkalla pallon liike pysähtyy? (tehtävä liittyy työn ja impulssin vertailuun)

5. Liu'ut kelmalla mäkeä, jonka kulma vaakasuoraan nähden on  $30^\circ$ . Oletetaan, että sinun ja kelkan yhteenlaskettu massa on  $80\text{kg}$ . 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 kelmalla matkan joka on *mäen suuntaisena*  $20\text{m}$ , kuinka suuri on kelkkaan kohdistuva kitkatyö? (d) Energian säilymislain avulla laske, mikä on vauhtisi tuon  $20\text{m}$ :n liu'un jälkeen? (Olet lähtenyt liikkeelle levosta).

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

$$g = 9.80\text{m/s}^2, \mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}, \mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}, x = x_0 + \int_0^t v dt, v = v_0 + \int_0^t a dt, x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, v = v_0 + at, a_{rad} = \frac{v^2}{R}, v = \frac{2\pi R}{T}, \mathbf{p} = m\mathbf{v}, \mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}, \sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}, K = \frac{1}{2} m v^2, W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}, W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U, W_{tot} = \Delta K, J = F_{ave} \Delta t, \mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt, K = \frac{1}{2} I \omega^2, \mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}, \boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}, \tau = I\alpha, \text{Umpinaisen pallon hitausmomentti } I = \frac{2}{5} M R^2, \text{Umpinaisen kiekon hitausmomentti } I = \frac{1}{2} M R^2, \mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$$

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