

FYS-1050 2019-04 Yliopistofysiikka I, Sankari, kevät 2020

Tentti 25.2.2020

- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Jos et ole varma laskimestasi, kysy asiasta valvojalta **ennen** kuin aloitat tentin.
- Kääntöpuolella on kaavoja ja vakioita.
- Jos haluat suorituksen vanhasta insinööri-fysiikasta, mainitse asiasta vastauspaperin kohdassa "Huomautuksia tarkastajalle". Kirjoita siihen, kumpaa suoritat, FYS-1080 Insinööri-fysiikka I: teoria ja laboratorioharjoitukset vai FYS-1091 Insinööri-fysiikka I.

Eräänä aurinkoisena perjantai-iltapäivänä tekniikan opiskelija päätti hieman huvitella ja lähtikin kohti huvipuistoa. Perille päästyään hän halusi virkistyä jäätelöllä ja ihaila samalla maisemia näköalatornista käsin. Hississä oli hyvin tilaa ja opiskelijan yllätykseksi myös vaaka lattialla. Opiskelija päätti astua vaa'alle ja seurata sen lukemia nousun aikana. Huomiot olivat seuraavat: Liikkeellelähdön jälkeen vaa'an lukema muuttui 6s ajan. Vastaavasti vaa'an lukema muuttui myös 6s ajan ennen kuin hissi pysähtyi kahvilatasanteelle ja voidaan olettaa, että hidastuvuus on samansuuruinen, mutta vastakkaismerkkinen kiihtyvyyteen nähden. Analysoituaan taskussaan olevan puhelimen kiihtyvyyssanturin mittaustuloksia, hän havaitsee, että kiihdytysvaiheessa nopeus noudatti yhtälöä $v = -\frac{1}{18} m/s^4 \cdot t^3 + \frac{1}{2} m/s^3 \cdot t^2$, missä t on aika. Kiihdytyksen jälkeen nopeus pysyi vakiona, kunnes loppuhidastus alkoi.

1. a) Kuinka pitkät matkat hissi liikkui kiihdytyksen aikana ja hidastuksen aikana? b) Missä ajassa hissi saavuttaa 120m korkeammalla olevan kahvilatasanteen? c) Kuinka suuren poikkeaman opiskelijan massa (65kg) vaaka näyttää enimmillään?

Jäätelöä syödessään opiskelija huomaa, että kahvilan päällä oleva ravintolatasanne pyörii yhden kierroksen 45 minuutissa. Arvioidessaan ravintolatasanteen materiaalivalintoja ja ulottuvuuksia, tekniikan opiskelija päättää, että sen hitausmomentti on luokkaa $I = 16 \cdot 10^8 \text{ kgm}^2$. Yhtäkkiä moottoreiden veto vapautuu sähkökatkoksen seurauksena ja opiskelija huomaa ravintolatasanteen pysähtyvän 20min sähkökatkon jälkeen.

2. a) Laske kitkan aiheuttama vääntömomentti, jos oletetaan, että ravintolatasanteen laakeroinnissa vaikuttava kitka on vakio. b) Kuinka tehokas ravintolatasannetta pyörittävän sähkömoottorin on oltava, että ravintolatasanne pyörii aikuperäisellä kierrosnopeudella?

Näköalatasanteelle, joka on 110m korkeudella maanpinnasta, ei enää päässyt. Opiskelija muisteli, että sieltä putoavat esineet olivat vaaraksi ja tasanne suljettiin kauan sitten. Laskeuduttuaan tornista, opiskelija löysikin kolikon tornia ympäröivältä piellä pinnoitetulta alueelta: vanha markan kolikko (halkaisija 24mm, paino 6.4g) oli uponnut pikeen niin, että siitä oli vain puolet (12mm) näkyvissä.

3. a) Mikä oli kolikon nopeus juuri ennen kuin se iskeytyi asvalttiin? Ilmanvastuksen voi jättää huomiotta. b) Kuinka suuren, paikan suhteen keskimääräisen voiman kolikko kohdisti maahan upotessaan?

Tarkkaillessaan törmäilyautorataa tekniikan opiskelija huomasi, että vuoron loputtua auto A (massa 110kg), jossa oli yksi aikuinen (massa 65kg) kyydissä osui jo levossa olevaan autoon B (massa 110kg), jossa oli kyydissä kaksi isoa aikuista (henkilöiden massa yhteensä 180kg).

4. Törmäyksen jälkeen auto A liikkui vauhdilla 0.2m/s siihen suuntaan, mistä alun perin tuli ja auto B vauhdilla 0.8m/s suuntaan, johon auto A oli ennen törmäystä kulkenut. Mikä oli auton A vauhti ennen törmäystä?

Kotia lähestyessään opiskelija huomaa lasten pelaavan pihalla jalkapalloa. Pallo (massa 390g) karkaa pelialueelta ja osuu nopeudella 4m/s kohtisuoraan roskakatoksen heilurioven ulkoreunaan ja kimpoaa siitä hieman pienemmällä nopeudella, 2m/s, takaisin. Oven leveys on 90cm, paino 4kg ja saranoiden kitka on merkityksettömän pieni.

5. a) Mikä on oven kulmanopeus heti pallon osuman jälkeen? b) Mikä on kineettisen energian muutos tässä törmäyksessä?

Eräiden kappaleiden hitausmomentteja:

$$I_{\text{PALLO}} = \frac{2}{5}MR^2, I_{\text{PALLOKUORI}} = \frac{2}{3}MR^2, I_{\text{SUORAKAIDE PITKÄN REUNAN SUHTEEN}} = \frac{1}{3}Md^2, I_{\text{SYLINTERI}} = \frac{1}{2}MR^2$$

Yleisiä vakioita:

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2, m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{kg}, r_E = 6.371 \cdot 10^6 \text{m}, g = 9.81 \text{m/s}^2$$

Yhtälöitä (soveltuvat erikoistapauksiin):

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \vec{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \vec{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \vec{k}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_\mu = \mu N$$

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$W_{\text{tot}} = \Delta K$$

$$W_{\text{other}} = \Delta E$$

$$E = K + U$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$\vec{F} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k}\right)$$

$$U = mgh$$

$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

$$F_{\text{grav}} = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

$$U_{\text{grav}} = -\frac{Gm_E m}{r}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{J} = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \Sigma \vec{F} dt$$

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = M \vec{a}_{\text{cm}}$$

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$a_t = r\alpha$$

$$v = r\omega$$

$$s = r\theta$$

$$I = \Sigma m_i r_i^2$$

$$I_p = I_{\text{cm}} + Md^2$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\Sigma \tau_z = I \alpha_z$$

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I \vec{\omega}$$

$$\Sigma \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$