

**7200021 Insinöörifysiikka I, AY**

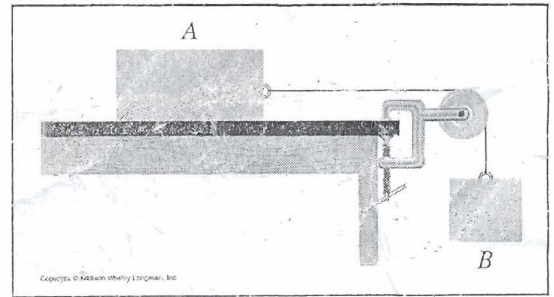
1. välikoe, 08.03.2005

*Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.*

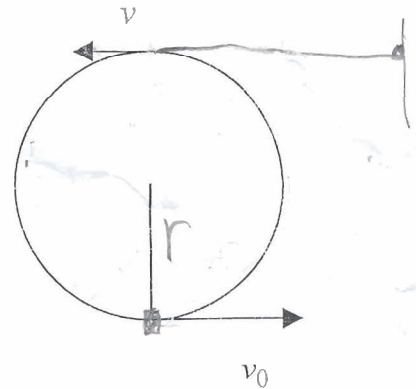
1. Auto pysähtyy kolmen metrin takia alkunopeudesta  $40 \text{ km/h}$ . Auto painuu kasaan ja turvavyöt joustavat niin, että kuljettaja pysähtyy yhden metrin matkalla. (a) Mikä on kuljettaja kiihtyvyys (oletetaan vaaka-akseliksi)? (b) Kuljettajan vieressä istuva pitää sylissään lasta, jonka massa on  $10 \text{ kg}$ . Mikä voima tarvitaan antamaan lapselle sama kiihtyvyys? (c) Millä massalla on tämän voiman suuruinen paino?

2. Eräässä huvipuistossa voittoa täytetyn kirahvin, jos onnistuu heittämään kolikon hyllyllä olevalle lautaselle. Lautasen vaakasuoraan mitattu etäisyys-kolikon irtoamispisteestä on  $2.1 \text{ m}$  ja hylly on irtoamispisteestä tasolta mitattuna korkeudella  $h$ . Jos kolikon heittäjä alkunopeudella  $6.4 \text{ m/s}$  ylää suuntaan, joka muodostaa  $60^\circ$  kulman vaakasuoran kanssa, kolikko osuu lautaselle. Laske hyllyn korkeus  $h$ . Ilmanvastusta ei oteta huomioon.

3. Kuvan systeemissä kappaleen  $A$  paino on  $w_A$  ja kappaleen  $B$  paino  $w_B$ . Kappale  $A$  on vaakasuoralla pöydällä. Kun systeemi on laitettu liikkeelle  $B$  putoaa vakionopeudella. Laske pöydän pinnan ja kappaleen  $A$  välinen kitkakerroin. Pyörän laakereiden kitkaa ja ilmanvastusta ei oteta huomioon.



4. Kappale kiinnitetään naruun, jonka toinen pää pidetään paikoillaan. Kappaleelle annetaan niin suuri vaakasuora alkunopeus  $v_0$ , että kappale kulkee täyden ympyrän (naru ei löysty radan ylimmässä pisteessä). Mikä on narun jännitys, kun kappale palaa lähtöpisteeseensä radan alimpaan kohtaan?



5. Wayne Gretzky luistelee nopeudella  $13.0 \text{ m/s}$  kohti puolustajaa, joka puolestaan luistelee nopeudella  $5.00 \text{ m/s}$  kohti Gretzkyä. Gretzky'n paino on  $756 \text{ N}$  ja puolustajan  $900 \text{ N}$ . Törmäyksen jälkeen Gretzky liikkuu nopeudella  $1.50 \text{ m/s}$  alkuperäiseen suuntaansa. Jäästä mahdollisesti tulevia vaakasuoria ulkoisia voimia ei oteta huomioon. (a) Mikä on puolustajan nopeus törmäyksen jälkeen? (b) Kuinka paljon pelaajien yhdistetty kineettinen energia muuttuu?

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

# 7200021 Insinöörifysiikka I: kaavakokoelma

## Kinematikka

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

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

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

## Dynamiikka

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_{\text{net}}$$

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$

$$F_{\mu} = \mu N$$

## Työ ja energia

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\ell} = F\ell \cos\theta$$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$W_{\text{net}} = \Delta K = -\Delta U$$

$$U = mgh$$

$$E = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E = K + U$$

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

$$P = W/t$$

## Liikemäärä

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

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

$$\vec{P} = \sum \vec{p}_i$$

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = M\vec{a}_{\text{cm}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f$$

## Statiikka

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

$$\begin{cases} \sum F_{\text{ext},x} = 0 \\ \sum F_{\text{ext},y} = 0 \\ \sum \tau_{\text{ext},z} = 0 \end{cases}$$

## Rotaatio

$$\omega = d\theta/dt$$

$$\alpha = d\omega/dt$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$v = R\omega$$

$$a_t = R\alpha$$

$$a_n = v^2/R = R\omega^2$$

$$I = \sum m_i R_i^2$$

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$I_P = I_{\text{cm}} + M d^2$$

$$K = \frac{1}{2} I_{\text{cm}} \omega^2 + \frac{1}{2} M v^2$$

$$\vec{\ell} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{\ell}}{dt}$$

$$\vec{L} = \sum \vec{\ell}_i$$

$$\sum \vec{\tau}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$L = I\omega$$

$$\sum \tau = I\alpha$$

$$W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau d\theta$$

$$\vec{L}_i = \vec{L}_f$$

## Gravitaatio

$$\vec{F} = -G \frac{mM}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{g} = -G \frac{m}{r^2} \hat{r}$$

$$U = -G \frac{mM}{r}$$

## Värähtely

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = 1/T$$

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

## Fluidien mekaniikka

$$p = F/A$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$B = \rho g V$$

$$Q = Av = \text{vakio}$$

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gy = \text{vakio}$$

$$p = \rho g \Delta y$$

## Lämpö ja lämpötila

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_H - T_C}{L}$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = nC_V \Delta T$$

$$Q = mL$$

## Ideaalikaasu

$$pV = nRT$$

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$C_p = C_V + R$$

$$\gamma = C_p / C_V$$

## 1. pääsääntö

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad \text{kok. työ}$$

$$W = p \Delta V \quad \text{isobaari}$$

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \text{isotermi}$$

$$Q - W = \Delta U$$

$$pV^\gamma = \text{vakio}$$

## 2. pääsääntö

$$\text{kerroin} = \frac{\text{tavoite}}{\text{hinta}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$Q_H = Q_C + W$$

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$