

1. välikoe 02.03.2017

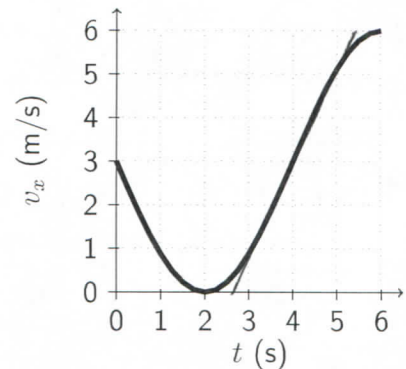
- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Jos et ole varma laskimestasi, kysy asiasta valvojalta **ennen** kuin aloitat tentin.
- Varmista että olet tekemässä oikeaa koetta (Paavilainen).
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.

- ① Viereisessä kuvassa on esitetty x -akselia pitkin kulkevan kappaleen (massa 2.2 kg) nopeus ajan funktiona välillä $0 \rightarrow 6$ s.

Arvioi kuvaajan avulla

- kappaleen kiihtyvyys hetkellä 4 s,
- kappaleen keskikihtyvyys välillä $0 \rightarrow 6$ s,
- kappaleen kulkema matka välillä $0 \rightarrow 6$ s,
- kappaleeseen tehty kokonaistyö (nettovoiman tekemä työ) välillä $0 \rightarrow 6$ s.

Perustele myös laskutapasi!



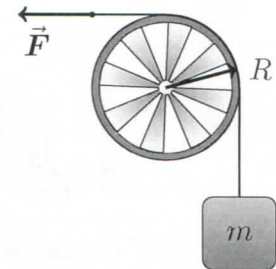
- ② Vioittunut luotain on lähestymässä suoraan kohti Kuuta. Sen vauhti Kuun suhteen on 1120 m/s sen ollessa korkeudella 1250 km Kuun pinnasta. Laske millä vauhdilla luotain törmää Kuun pintaan. Luotaimen massa on 250 kg. Kuun massa on $7.348 \cdot 10^{22}$ kg ja säde 1738 km.

- ③ Akrobaatti pyörii kitkattomalla, pyörivällä tasolla. Alussa hänen kätensä ovat ojennettuna, ja kummassakin kädessä on 3.5 kg paino. Akrobaatti pyörii pystysuoran akselin ympäri yhden kierroksen 2.4 sekunnissa. Akrobaatin vetäessä kätensä lähemmäs kehoaan hänen oma hitausmomenttinsa muuttuu arvosta 3.9 kgm^2 arvoon 3.1 kgm^2 . Samalla painot siirtyvät etäisyydeltä 0.90 m etäisyydelle 0.30 m pyörähdysakselista.

- Laske yhdistetyn systeemin (akrobaatti+painot) hitausmomentti alussa ja lopussa.
- Laske systeemin kierrosaika akselin ympäri lopussa.

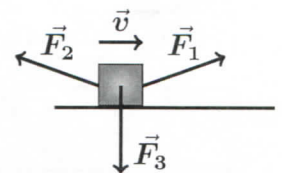
- ④ Laatikko roikkuu köydestä viereisen kuvan mukaisesti. Köysi kulkee liukumatta massallisen mutta kitkattoman väkipyörän ympäri. Laatikon massa on 5.0 kg. Väkipyörän hitausmomentti keskiakselin suhteen on 0.17 kgm^2 ja säde 0.20 m. Köydestä vedetään vasemmalle voimalla $\vec{F}$, jonka suuruus on 35.0 N.

- Piirrä vapaakappalekuvat väkipyörälle ja laatikolle.
- Laske laatikon saama kiihtyvyys.
- Laske jännitysvoima köydessä laatikon ja väkipyörän välissä.



- ⑤ Selitä ja perustele lyhyesti

- Jos nettovoima tekee negatiivista työtä kappaleeseen, niin mitä tapahtuu kappaleen liikkeelle?
- Mikä viereisen kuvan voimista ($\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$) tekee kappaleeseen negatiivista työtä kappaleen liikkeessä kuvassa oikealle?
- Eräs toinen kappale kulkee ympyrämuotoista rataa. Onko tietyn konservatiivisen voiman siihen yhden täyden kierroksen aikana tekemä työ negatiivinen, positiivinen vai nolla? Perustele.



Käännä!

Vakioita:

$$g=9.80 \text{ m/s}^2 \quad G=6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2,$$

$$\text{Maa: } g=9.80 \text{ m/s}^2, \quad m_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}, \quad R_E = 6.371 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Kaavoja (Kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin)

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad \text{Pallo: } A = 4\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

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

$$f_\mu = \mu n$$

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta$$

$$W_{\text{other}} = \Delta E \quad \vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt \quad \vec{J} = \Delta \vec{p}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad K_1 + U_1 + W_{\text{other}} = K_2 + U_2$$

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \sum \vec{F} = \vec{\tau}$$

$$\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A} \quad I_P = I_{\text{cm}} + md^2$$

$$I = \int r^2 dm \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}$$

$$a_{\text{rad}} = v^2/r \quad s = r\theta \quad \sum \tau_z = I\alpha_z$$

$$F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2} \quad U = -\frac{Gm_E m}{r}$$

$$Y = \frac{F_\perp / A}{\Delta l / l_0} \quad p = \frac{dF_\perp}{dA} \quad B = -\frac{\Delta p}{\Delta V / V_0}$$

$$p = p_o + \rho gh \quad \frac{dV}{dt} = Av$$

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

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \quad x = A \cos(\omega t + \phi)$$

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

$$\phi = \arctan\left(-\frac{v_{ox}}{\omega x_0}\right) \quad A = \sqrt{x_o^2 + \frac{v_{ox}^2}{\omega^2}}$$

$$x = Ae^{-(b/2m)t} \cos(\omega' t + \phi) \quad \omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad v = f\lambda = \frac{\omega}{k}$$

$$y(x, t) = A \cos(kx \pm \omega t)$$

$$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad P = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 \quad \lambda_n = \frac{2L}{n}$$

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

$$Q = mc\Delta T \quad Q = nC\Delta T \quad Q = \pm mL$$

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_H - T_C}{L} \quad H = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)$$

$$pV = nRT \quad M = N_A m$$

$$K_{\text{tr}} = \frac{3}{2} nRT \quad v_{\text{rms}} = \sqrt{(v^2)_{\text{av}}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$C_V = \frac{\# \text{vap.aste}}{2} R \quad C_p = C_V + R \quad \gamma = \frac{C_p}{C_V}$$

$$\nu = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} p_{\text{H}_2\text{O}} \quad \text{RH} = \frac{\nu}{\nu_m} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_m}$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad \Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

$$e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left| \frac{Q_C}{Q_H} \right|$$

$$K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|} \quad e_{\text{Carnot}} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$$

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

$$pV^\gamma = \text{vakio} \quad TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$$