

Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.

Jos et ole varma laskimestasi, kysy valvojalta ennen kuin aloitat tentin.

Varmista että olet tekemässä oikeaa koetta!

Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.

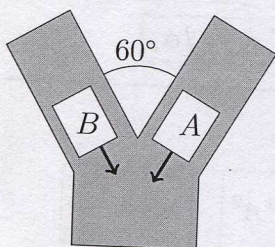
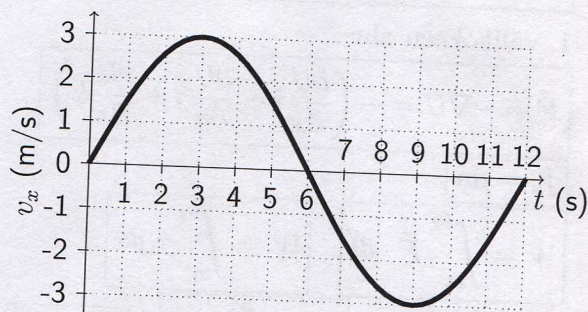
1. Viereisessä kuvassa on esitetty  $x$ -akselia pitkin kulkevan kappaleen nopeus ajan suhteen välillä  $0 \rightarrow 12$  s.

Arvio kuvaajasta kahden numeron tarkkuudella

a) kappaleen keskikiikkyvyys välillä  $0 \rightarrow 3$  s,

b) kappaleen kiihtyvyys hetkillä 0 s ja 3 s, sekä

c) kappaleen paikka hetkellä 12 s, jos se on alkuhetkellä 0 s kohdassa  $x = 2.0$  m.

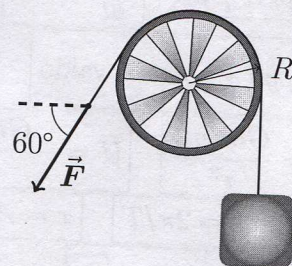


2. Kaksi autoa (A: massa 980 kg ja B: massa 1100 kg) törmäävät toisiinsa vasemmalla olevan kuvan mukaisesti liukkaalla tiellä Y:n muotoisessa risteyksessä. Autojen välisten nopeuksien suunnissa on siten  $60^\circ$  ero ennen törmäystä. Törmäyksessä autot tarttuvat toisiinsa. Ennen törmäystä auton A vauhti oli 12 m/s ja auton B vauhti 14 m/s. Laske autojen yhteinen vauhti törmäyksen jälkeen.

3. Oheisessa kuvassa laatikon massa on 2.50 kg. Paikallaan pyörivän väkipyörän massa on 0.150 kg ja säde 10.0 cm ja sen hitausmomentti keskiakselin suhteen voidaan laskea kaavalla  $I = \frac{1}{2}MR^2$ . Narusta vedetään  $60.0$  N voimalla alaviistoon  $60.0^\circ$  asteen kulmassa vaakatasoon nähden.

a) Laske laatikon kokema kiihtyvyys, jos naru ei luista väkipyörän pyöriessä, ja kitkan voi jättää huomiotta.

b) Kuinka suuri keskiakseliin kohdistuva tukivoima vaaditaan pitämään väkipyörä paikallaan?



4.  $0.600$  kg massainen kirja laitetaan lattialla pystysuorassa olevan massattoman, ideaalisen jousen päälle. Jousen jousivakio on  $250$  N/m. Kirjaa painetaan alaspäin, niin että jousi menee kokonaisuudessaan  $0.150$  m kasaan jousen lepopituuteen verrattuna. Kirja päästetään irti ja se lennähtää ylöspäin jousesta. a) Kuinka korkealla se käy suhteessa alkutilanteeseen? b) Millä korkeudella (alkutilanteeseen nähden) kirjan kineettinen energia on suurimmillaan sen edetessä ylöspäin?

5. a) Pallo vierii hetkellä  $t_1$  liukumatta maanpinnalla, niin että sen kulmanopeusvektori osoittaa itään. Mihin ilmansuuntaan pallo etenee? Selosta vaiheittain, miten etenemissuunnan voi selvittää. b) Edellisen kohdan pallon ajautuu kallistettuun mutkaan, Mutkan jälkeen sen kulkusuunta on muuttunut, niin että hetkellä  $t_2$  kulmanopeusvektori osoittaa etelään kulmavauhdin ollessa sama kuin aiemmin. Mihin suuntaan aikavälin  $t_1 \rightarrow t_2$  keskikulmakiihtyvyysvektori osoittaa? Piirrä kuva kulmanopeus- ja keskikulmakiihtyvyysvektoreista. c) Jos palloon kohdistunut nettovoima on ollut koko ajan kohtisuorassa pallon etenemissuuntaa vastaan, niin mikä/mitkä seuraavista suureista ovat säilyneet pallolle aikavälillä  $t_1 \rightarrow t_2$ : (i) liike-määrä, (ii) kulmaliikemäärä, (iii) mekaaninen energia?

# TTY/FYS-1091 Insinöörifysiikka I, S/Paavilainen

Vakioita:

$$g=9.80 \text{ m/s}^2$$

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

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

1. välikokeen alue:

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

$$f_\mu = \mu n$$

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

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

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

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

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

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

$$K_1 + U_1 + W_{\text{other}} = K_2 + U_2$$

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

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

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

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

$$I = \int r^2 dm$$

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

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

$$a_{\text{rad}} = v^2/r$$

$$s = r\theta$$

$$\sum \tau_z = I\alpha_z$$

2. välikokeen alue:

$$Y = \frac{F_\perp/A}{\Delta l/l_0}$$

$$p = \frac{dF_\perp}{dA}$$

$$B = -\frac{\Delta p}{\Delta V/V_0}$$

$$p = p_o + \rho gh$$

$$\frac{dV}{dt} = Av$$

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

$$F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

$$U = -\frac{Gm_E m}{r}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$$

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

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

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

$$\phi = \arctan\left(-\frac{v_{ox}}{\omega x_0}\right)$$

$$A = \sqrt{x_o^2 + \frac{v_{ox}^2}{\omega^2}}$$

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

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$$

$$A = \frac{F_{\text{max}}}{\sqrt{(k - m\omega_d^2)^2 + b^2\omega_d^2}}$$

$$v = f\lambda = \frac{\omega}{k}$$

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

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

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$P = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = nC\Delta T$$

$$Q = \pm mL$$

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

$$H = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)$$

$$pV = nRT$$

$$M = N_A m$$

$$K_{\text{tr}} = \frac{3}{2} nRT$$

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

$$C_V = \frac{\# \text{vap. aste}}{2} R$$

$$C_p = C_V + R$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$$

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

$$\text{RH} = \frac{\nu}{\nu_m} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_m}$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

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

$$K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$$

$$e_{\text{Carnot}} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$$

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