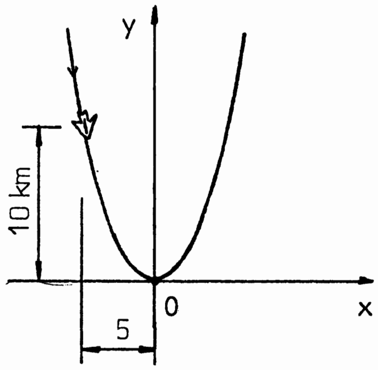
TTY/ Konstruktiotekniikan laitos
Teknillinen mekaniikka ja optimointi

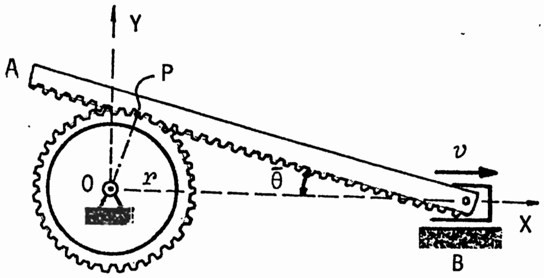
1.vk /TME-1200 / K2010

TME-1200 DYNAMIIKAN PERUSTEET

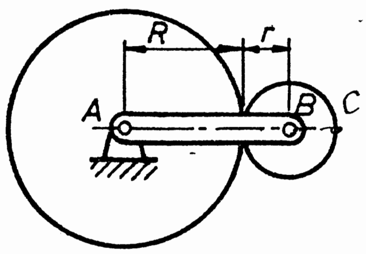
1. välikoe 26.3.2010



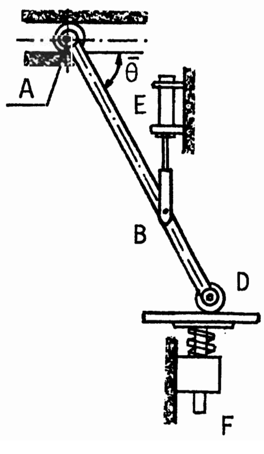
1. Kuvan hävittäjälentokone tekee syöksyn likimain kuvan paraabeliradan mukaisesti. Lentäjään kohdistuvan keskeiskiihtyvyyden maksimiarvon on oltava pienempi kuin $5g$. ($g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$). Mikä on koneen suurin sallittu nopeus kohdassa O?



2. Suoran hammastangon toinen pää B liikkuu vaakasuoralla alustalla vakionopeudella v oikealle. Määritä tangon kulmanopeus ja kulmakiihtyvyys kulman $\bar{\theta}$ funktiona. Käytä *sidotun (kytketyn) liikkeen* menetelmää.



3. Kuvan hammaspyörä A pyörii kulmanopeudella 30 1/s vastapäivään varren AB pyöriessä myötäpäivään vakiokulmanopeudella 10 1/s. Määritä hammaspyörän B kulmanopeus sekä pisteen C nopeus ja pisteen B kiihtyvyys.
$R = 240\,\mathrm{mm}$, $r = 120\,\mathrm{mm}$



4. Männän F liikettä säädetään hydraulisella sylinterillä E. Määritä sauvan AD kulmanopeus ja pisteen A nopeus hetkellä, jolloin kulma $\bar{\theta} = 30^\circ$ ja männän F nopeus $2\,\mathrm{m/s}$ alaspäin. Muodosta vektoriyhtälö ja ratkaise se.
$AB = 200\,\mathrm{mm}$, $BD = 100\,\mathrm{mm}$

TTKK/TME

23120 DYNAMIIKAN PERUSTEET

Kaavakokoelma sl. 1998/*Tapio Salmi*

$$\mathbf{v}=\frac{d\mathbf{r}}{dt}=\dot{\mathbf{r}} \qquad \mathbf{v}=\dot{s}\,\mathbf{e}_t \qquad \mathbf{a}=\frac{d\mathbf{v}}{dt}=\frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}=\ddot{\mathbf{r}} \qquad \mathbf{a}=\mathbf{a}_t+\mathbf{a}_n=\ddot{s}\,\mathbf{e}_t+\frac{\dot{s}^2}{\rho}\mathbf{e}_n$$

$$a\,ds=v\,dv \qquad v_r=\dot{r} \qquad v_\varphi=r\dot{\varphi} \qquad a_r=\ddot{r}-r\dot{\varphi}^2 \qquad a_\varphi=r\ddot{\varphi}+2\dot{r}\dot{\varphi}$$

$$\omega=\dot{\varphi} \qquad \alpha=\dot{\omega}=\ddot{\varphi} \qquad \ddot{u}+\omega^2u=0 \qquad T=2\pi/\omega$$

$$\mathbf{v}_P=\mathbf{v}_Q+\mathbf{v}_{P/Q}=\mathbf{v}_Q+\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{P/Q} \qquad \mathbf{a}_P=\mathbf{a}_Q+\mathbf{a}_{P/Q}=\mathbf{a}_Q+\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{r}_{P/Q}+\underbrace{\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{P/Q})}_{-\omega^2\vec{r}_{P/Q}}$$

$$v_{Pt}=r\omega \qquad a_{Pt}=r\alpha \qquad a_{Pn}=r\omega^2$$

$$\mathbf{v}_P=\mathbf{v}_k+\mathbf{v}_{rel}=\mathbf{v}_Q+\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{P/Q}+\mathbf{v}_{P/P} \qquad \mathbf{v}_{rel}=\mathbf{v}_{P/Q}=\dot{x}\,\mathbf{i}+\dot{y}\,\mathbf{j}+\dot{z}\,\mathbf{k}$$

$$\mathbf{a}_P=\mathbf{a}_k+\mathbf{a}_c+\mathbf{a}_{rel}=\mathbf{a}_Q+\boldsymbol{\alpha}\times\mathbf{r}_{P/Q}+\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{P/Q})+2\,\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{v}_{rel}+\mathbf{a}_{rel}$$

$$\mathbf{a}_{rel}=\mathbf{a}_{P/Q}=\ddot{x}\,\mathbf{i}+\ddot{y}\,\mathbf{j}+\ddot{z}\,\mathbf{k} \qquad \boldsymbol{\alpha}=\dot{\omega}_x\mathbf{i}+\dot{\omega}_y\mathbf{j}+\dot{\omega}_z\mathbf{k}$$

$$\dot{\mathbf{i}}=\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{i} \qquad \dot{\mathbf{j}}=\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{j} \qquad \dot{\mathbf{k}}=\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{k} \qquad \dot{\mathbf{r}}_{P_2/P_1}=\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{P_2/P_1}$$

$$\mathbf{F}=m\mathbf{a} \qquad \mathbf{F}=m\ddot{\mathbf{r}} \qquad W=\int_{\mathbf{r}_1}^{\mathbf{r}_2}\mathbf{F}\bullet d\mathbf{r} \qquad dW=\mathbf{F}\bullet d\mathbf{r}=F_t\,ds$$

$$T=\tfrac{1}{2}mv^2 \qquad W=\Delta T \qquad W_{AB}=-(V(\mathrm{B})-V(\mathrm{A}))=-\Delta V$$

$$E(1)=E(2) \qquad T(1)+V(1)=T(2)+V(2) \qquad \int_{\mathbf{r}_1}^{\mathbf{r}_2}\mathbf{F}_{ek}\bullet d\mathbf{r}=\Delta(T+V)$$

$$\mathbf{p}=m\mathbf{v} \qquad \mathbf{F}=\frac{d\mathbf{p}}{dt} \qquad \mathbf{I}^F=\int_{t_1}^{t_2}\mathbf{F}\,dt \qquad \mathbf{I}^F=\mathbf{F}_0(t_2-t_1)=\mathbf{F}_0\Delta t$$

$$\mathbf{I}^F=\Delta\mathbf{p} \qquad \Delta\mathbf{p}=\mathbf{0} \qquad \mathbf{I}_A^M=\int_{t_1}^{t_2}\mathbf{M}_A\,dt \qquad \mathbf{I}^M=\int_{t_1}^{t_2}\mathbf{M}\,dt$$

$$\mathbf{I}_A^M=\mathbf{r}_{P/A}\times\mathbf{I}^F \qquad \mathbf{L}_Q=\mathbf{r}_{P/Q}\times m\mathbf{v} \qquad \mathbf{I}_A^M=\Delta\mathbf{L}_A \qquad \Delta\mathbf{L}_A=\mathbf{0} \qquad \mathbf{p}=m\mathbf{v}_G$$

$$\sum_i m_i\mathbf{r}_{P_i/G}=\mathbf{0} \qquad m\mathbf{r}_{G/Q}=\sum_i m_i\mathbf{r}_{P_i/Q} \qquad \mathbf{R}=m\mathbf{a}_G \qquad \mathbf{M}_G=J_G\,\boldsymbol{\alpha}$$

$$\mathbf{M}_O=J_O\boldsymbol{\alpha}\quad(\mathrm{O}\in\mathbf{K},\ \mathrm{O\ kiinteä}) \qquad \mathbf{M}_Q=\mathbf{r}_{G/Q}\times m\mathbf{a}_Q+J_Q\boldsymbol{\alpha}\quad(\mathrm{Q}\in\mathbf{K}) \qquad J_Q=J_G+m\mathbf{r}_{Q/G}^2$$

$$\mathbf{M}_{O_0}=\mathbf{r}_G\times m\mathbf{a}_G+J_G\boldsymbol{\alpha}\quad(\mathrm{O}_0\notin\mathbf{K},\ \mathrm{O}_0\ \mathrm{kiinteä}) \qquad T=\tfrac{1}{2}m\mathbf{v}_Q^2+m\mathbf{v}_Q\bullet\boldsymbol{\omega}\times\mathbf{r}_{G/Q}+\tfrac{1}{2}J_Q\,\omega^2$$

$$T=\tfrac{1}{2}m\mathbf{v}_G^2+\tfrac{1}{2}J_G\,\omega^2 \qquad T=\tfrac{1}{2}J_N\,\omega^2 \qquad T(1)+V(1)=T(2)+V(2)$$

$$W=\Delta T \qquad \mathbf{L}_G=J_G\,\boldsymbol{\omega} \qquad \mathbf{L}_{O_0}=\mathbf{r}_{G/O_0}\times m\mathbf{v}_G+\mathbf{L}_G\quad(\mathrm{O}_0\notin\mathbf{K},\ \mathrm{O}_0\ \mathrm{kiinteä}) \qquad \mathbf{p}=m\mathbf{v}_G$$

$$\mathbf{L}_O=J_O\,\boldsymbol{\omega}\quad(\mathrm{O}\in\mathbf{K},\ \mathrm{O\ kiinteä}) \qquad \mathbf{I}^F=\Delta\mathbf{p} \qquad \mathbf{I}_O^M=\Delta\mathbf{L}_O\quad(\mathrm{O\ kiinteä}) \qquad \mathbf{I}_G^M=\Delta\mathbf{L}_G$$