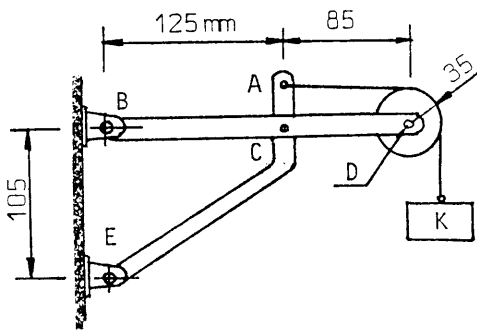
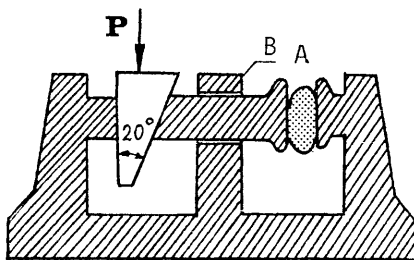


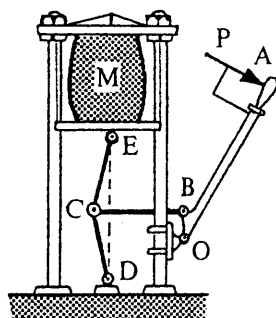
1. Totea kuvasta voimapari ja määritä sen momenttivektori. Laske myös voimaparin voimien ja kolmannen voiman muodostaman systeemin resultantti ja momenttivektori pisteen A suhteen. Siirrä näin saatu dynami koordinaatiston origoon. Kuvan mitat ovat millimetrejä.



2. Kuvan taakka K painaa 500 N. Määritä tukireaktiot nivelessä E ja nivelen C voimat. Nivelten kitkaa ja rakenneosien painoa ei oteta huomioon. Väkipyörän säde on 35 mm.



3. Kuvan kiilaa painetaan voimalla P . Kitkerroin kiilan ja rungon välillä on μ . Ura B on voideltu niin, että siinä kitka on merkityksetön. Laske voima, joka kohdistuu leukojen välissä olevaan kappaleeseen A. Sovella tulosta numeroarvoihin $\mu = 0,30$ ja $\mu = 0$.

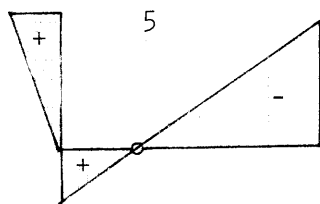
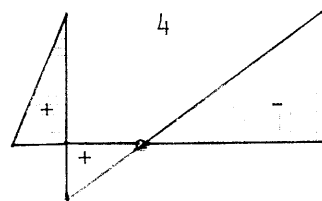
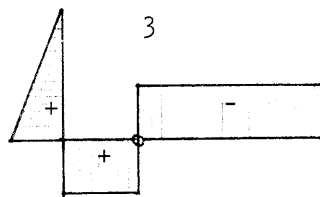
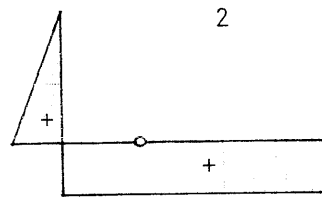
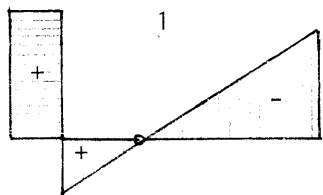
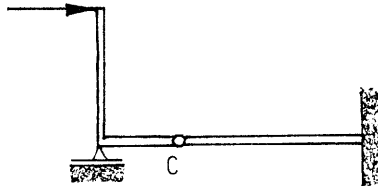


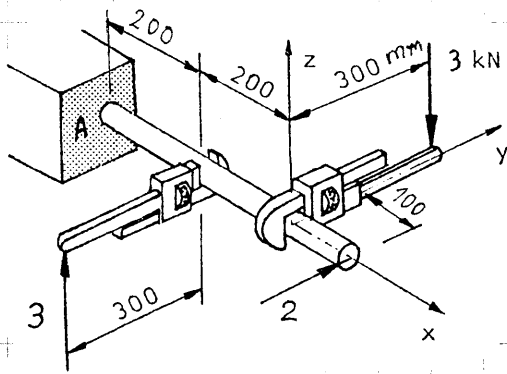
4. Tasapainotilanteessa kuvan puristimen sauva CB on kohtisuorassa janaa OB vastaan ja puolittaa kulman ECD. Kulma DEC on α . Määritä käyttämällä virtuaalisen työn lausetta betonikappaletta M puristava voima, kun vipuvartta AO painetaan kohtisuoralla voimalla $P = 200 \text{ N}$. $\alpha = 11^\circ$, $AO = 1,0 \text{ m}$
 $OB = 0,10 \text{ m}$

KÄÄNNÄ!

5. Kuvan palkkia kuormittaa vaakasuora pistevoima. Kohdassa C on kitkaton nivel. Valitse (laskematta) oheisista kuvan rakenteen taivutusmomenttikuvioista 1-5 se, jota pidät parhaimpana.

Oikeasta vastauksesta saat 2 pistettä, väärästä -1 pisteen ja vastaamattomuudesta nollan.





Totea kuvasta voimapari ja määritä sen momenttivektori. Laske myös voimaparin voimien ja kolmannen voiman muodostaman systeemin resultantti ja momenttivektori pisteen A suhteen. Siirrä näin saatu dynami origoon.

Järj. (kN, mm)

Voimapari $\{3\vec{k}, -3\vec{k}\}$: $M_{Ox} = -2 \cdot 3 \cdot 300 = -1800$
 $M_{Oy} = +3 \cdot 200 = +600$
 $M_{Oz} = 0$

$\Rightarrow \vec{M} = (-1800\vec{i} + 600\vec{j}) \text{ kNm}$

$\vec{R} = +2\vec{j} \text{ kN}$

$M_{Ax} = -1800 + 0 = -1800$

$M_{Ay} = +600 + 0 = +600$

$M_{Az} = 0 + 2 \cdot 500 = +1000$

$\Rightarrow A: (+2\vec{j} \text{ kN}, (-1800\vec{i} + 600\vec{j} + 1000\vec{k}) \text{ kNm})$

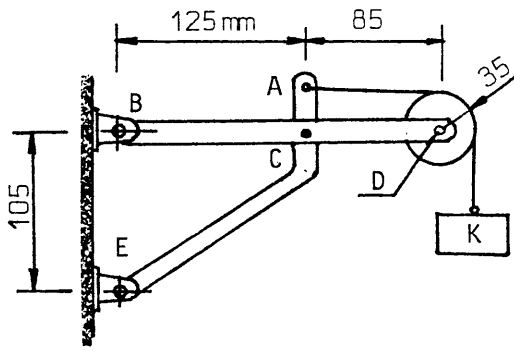
Origo $O: (0, 0, 0)$:

$r_{A/O} = -400\vec{i}$

$\vec{M}_O = \vec{M}_A + \vec{r}_{A/O} \times \vec{R} = \vec{M}_A + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -400 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \end{vmatrix}$

$\Rightarrow \vec{M}_O = (-1800 + 0)\vec{i} + (600 + 0)\vec{j} + (1000 - 800)\vec{k}$

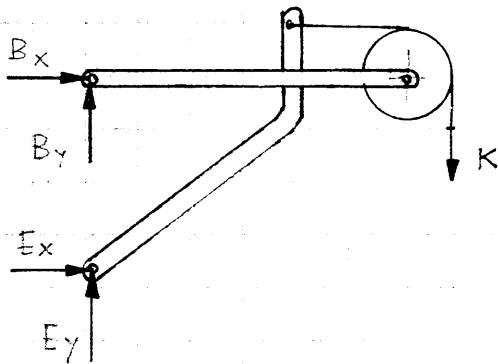
$\Rightarrow O: (+2\vec{j} \text{ kN}, (-1800\vec{i} + 600\vec{j} + 200\vec{k}) \text{ kNm})$



Kuvan taakka K painaa 500 N. Määritä tukireaktiot nivelessä E ja nivelen C voimat. Nivelten kitkaa ja rakenneosien painoa ei oteta huomioon. Väkipyörän säde on 35 mm.

järj. (N, mm)

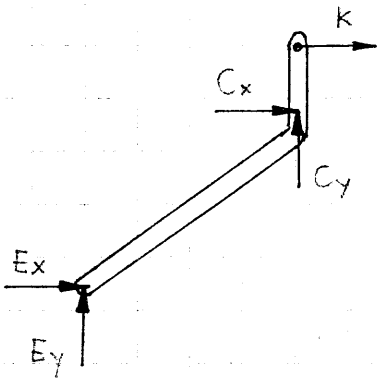
$$K = 500$$



$$\curvearrowright (B) + E_x \cdot 105 - K \cdot (125 + 85 + 35) = 0$$

$$\Rightarrow E_x = \frac{245}{105} K = \frac{7}{3} K$$

$$\Rightarrow E_x = \frac{7}{3} \cdot 500 \approx 1167 \text{ N}$$



$$\curvearrowright (C) - K \cdot 35 + \underbrace{E_x \cdot 105}_{245K} - E_y \cdot 125 = 0$$

\Rightarrow

$$E_y = \frac{210}{125} K = \frac{42}{25} K$$

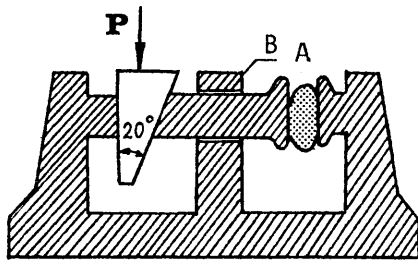
$$\Rightarrow E_y = \frac{42}{25} \cdot 500 \approx 840 \text{ N}$$

$$\uparrow + C_y + E_y = 0$$

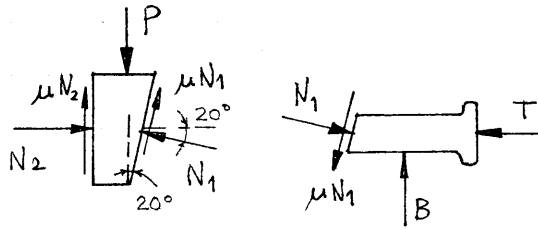
$$\Rightarrow C_y = -E_y = -840 \text{ N}$$

$$\rightarrow +E_x + C_x + K = 0$$

$$\Rightarrow C_x = -K - \frac{7}{3} K = -\frac{10}{3} K = -\frac{10}{3} \cdot 500 \approx -1667 \text{ N}$$



12-15 Kuvan kiilaa painetaan voimalla P . Kitakerroin kiilan ja rungon välillä on μ . Ura B on voideltu niin, että siinä kitka on merkityksetön. Laske voima, joka kohdistuu leu-kojen välissä olevaan kappaleeseen A. Sovella tulosta numeroarvoihin $\mu = 0,30$ ja $\mu = 0$.



$$\begin{aligned} \uparrow +\mu N_2 + \mu N_1 \cos 20^\circ + N_1 \sin 20^\circ - P &= 0 \\ \rightarrow +N_2 + \mu N_1 \sin 20^\circ - N_1 \cos 20^\circ &= 0 \quad (-\mu) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow N_1 \mu (\cos 20^\circ - \mu \sin 20^\circ) + N_1 (\sin 20^\circ + \mu \cos 20^\circ) = P$$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{P}{(1-\mu^2)\sin 20^\circ + 2\mu \cos 20^\circ}$$

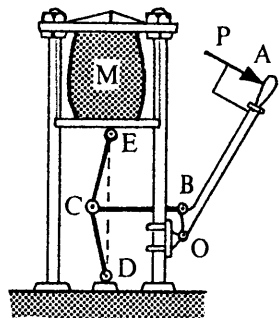
$$\rightarrow -T - \mu N_1 \sin 20^\circ + N_1 \cos 20^\circ = 0$$

$$\Rightarrow T = N_1 (\cos 20^\circ - \mu \sin 20^\circ)$$

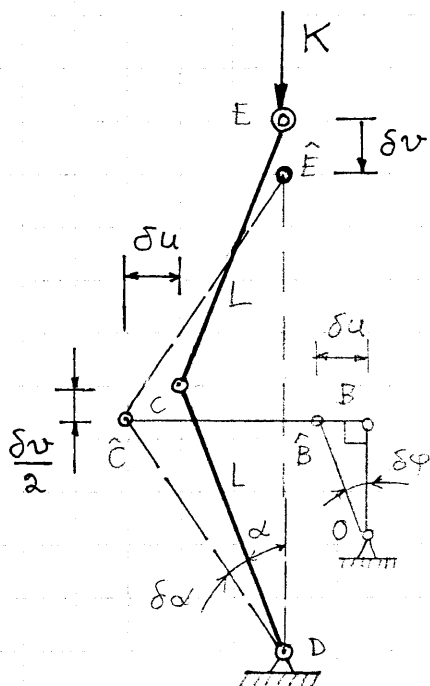
$$\Rightarrow T = \frac{P (\cos 20^\circ - \mu \sin 20^\circ)}{(1-\mu^2)\sin 20^\circ + 2\mu \cos 20^\circ}$$

$$\mu = 0,30 \quad \Rightarrow \quad T \approx 0,9567 P$$

$$\mu = 0 \quad \Rightarrow \quad T \approx 2,747 P$$



Tasapainotilanteessa kuvan puristimen sauva CB on kohtisuorassa janaa OB vastaan ja puolittaa kulman ECD. Kulma DEC on α . Määritä käyttämällä *virtuaalisen työn lausetta* betonikappaletta M puristava voima, kun vipuvartta AO painetaan kohtisuoralla voimalla $P = 200 \text{ N}$. $\alpha = 11^\circ$, $AO = 1,0 \text{ m}$
 $OB = 0,10 \text{ m}$



Annetaan pieni virtuaalinen δv

$$\frac{\delta v}{2} = L \sin \alpha \delta \alpha$$

$$\Rightarrow \delta \alpha = \frac{\delta v}{2L \sin \alpha}$$

$$\delta u = L \cos \alpha \delta \alpha$$

$$\Rightarrow \delta u = \frac{1}{2} \cot \alpha \delta v$$

$$OB \delta \varphi = \delta u$$

$$\Rightarrow \delta \varphi = \frac{1}{2} \cot \alpha \frac{\delta v}{OB}$$

$$\delta W = -P \cdot OA \delta \varphi + K \delta v$$

$$= \left(-P \frac{OA}{OB} \cdot \frac{1}{2} \cot \alpha + K \right) \delta v = 0$$

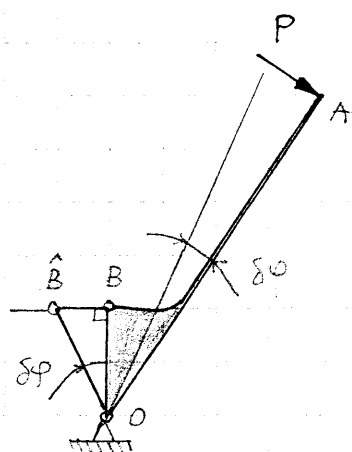
$\forall \delta v$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \frac{OA}{OB} \cot \alpha P + K = 0$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \frac{OA}{OB} \cot \alpha P$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,0}{0,10} \cdot \cot 11^\circ \cdot 200 \text{ N}$$

$$\Rightarrow K \approx 5145 \text{ N} \approx 5,15 \text{ kN}$$



TS 30.12.2006