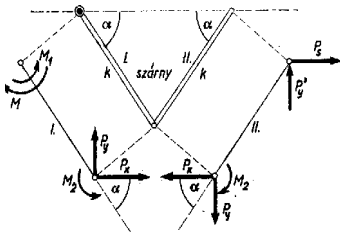


I. megoldás. Írjuk fel az egyensúly feltételét külön-külön az I. és a II. ajtószárnyra! Az I. ajtószárny egyik pontja rögzített, így az erre a pontra számított forgatónyomatékokra vonatkozó feltételt célszerű felírunk (lásd az ábrát):

$$M - M_1 - M_2 - kP_y \cos \alpha - kP_x \sin \alpha = 0.$$



A II. ajtószárny esetén (a súlypontra felírva)

$$M_2 + \frac{1}{2}kP_x \sin \alpha - \frac{1}{2}kP_y \cos \alpha + \frac{1}{2}kP_s \sin \alpha - \frac{1}{2}kP'_y \cos \alpha = 0$$

a forgatónyomatékokra adódó feltétel. Az erők egyensúlyára pedig

$$P_y = P'_y; \quad P_x = P_s$$

(az egyenletek az abszolút értékekre vonatkoznak). A fenti egyenletekből

$$M = M_1 + 2M_2 + 2kP_s \sin \alpha.$$

II. megoldás. A feladatot a virtuális munka elvével oldjuk meg. Az ajtót kicsiny $\Delta\alpha$ szöggel elforgatva a munkavégzés $W = M \cdot \Delta\alpha$. Ez a munkavégzés egyenlő a súrlódási erők és forgatónyomatékok munkájával. Ezek: $W_1 = M_1\Delta\alpha$; $W_2 = 2M_2\Delta\alpha$, mert a két ajtószárny közötti szög $2\Delta\alpha$ -val változik meg; a II. ajtószárny szabad vége

$$\Delta s = 2k[\cos \alpha - \cos(\alpha - \Delta\alpha)] = 2k[\cos \alpha(1 - \cos \Delta\alpha) + \sin \alpha \sin \Delta\alpha]$$

hosszon mozdul el. $\Delta\alpha$ kicsiny volta miatt

$$\Delta s \approx 2k\Delta\alpha \sin \alpha,$$

hiszen

$$\begin{aligned} \sin \alpha \sin \Delta\alpha &\approx \Delta\alpha \sin \alpha, \\ 1 - \cos \Delta\alpha &= \cos 0 - \cos \Delta\alpha = \cos \left(\frac{\Delta\alpha}{2} - \frac{\Delta\alpha}{2} \right) - \cos \left(\frac{\Delta\alpha}{2} + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) = \\ &= 2 \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \sin \frac{\Delta\alpha}{2}, \end{aligned}$$

ennek $\cos \alpha$ -val alkotott szorzata az előbbihez képest elhanyagolható, ha $\Delta\alpha$ kicsiny.

Így

$$W_3 = P_s \Delta s = (2kP_s \sin \alpha) \Delta\alpha,$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3,$$

ahonnan behelyettesítve és $\Delta\alpha$ -val egyszerűsítve azt kapjuk, hogy

$$M = M_1 + 2M_2 + 2kP_s \sin \alpha.$$

Frankl Péter (Kaposvár, Tánicsics M. Gimn., II. o. t.)

Gál Péter (Bp., Fazekas M. Gyak. Gimn., I. o. t.)

Nagy Zsuzsa (Bp., Kaffka M. Gimn. II. o. t.)

Megjegyzés. A megoldók többsége az I. típusú megoldást választotta és bele is bukott; akik viszont a másodikat választották, helyes eredményre jutottak. Ez érthető, hiszen az I. megoldásban a mechanikai rendszert (a csuklós ajtót) két részre kellett szétvágni és a köztük ható erőket és forgatónyomatékokat pontosan számbavenni, míg a II. megoldásban a kettévágással járó buktatók fel sem merültek, hisz a rendszert mint egészet tekintettük.