



Tomáš Gonda

Najprv si musíme všimnúť, že ak začneme ťahať silou F , tak sa toalet'ák nezačne otáčať ale v dôsledku trecej sily (sila, ktorou ťaháme súčasne zväčšuje normálovú silu od drierka, a potom aj treciu), ktorá je jediná v smere nie zvislom, sa bude jeho ťažisko pohybovať smerom doľava (z pohľadu na obrázku v zadaní). Keďže je toalet'ák na drierku, ktoré je nehybné, tak sa jeho ťažisko bude musieť otáčať okolo tohto drierka, aby sa pohybovalo doľava. V jednej chvíli sa toalet'ák ocitne v rovnovážnej polohe, keď bude výsledný moment síl spôsobujúcich toto prvotné otáčanie okolo drierka nulový (a trecia sila bude maximálna). Potom stačí zväčšiť silu o akokoľvek malý kúsok a toalet'ák sa začne otáčať okolo osi prechádzajúcej jeho ťažiskom. Preto minimálna sila, ktorá spôsobí otáčanie toalet'áka okolo osi prechádzajúcej jeho ťažiskom (ak som dobre pochopil zadanie, tak to je otáčanie, na ktoré sa pýtate v zadaní) je tá, ktorá udrží toalet'ák v rovnovážnej polohe pred jeho roztočením.

Na toalet'ák pôsobia 4 sily. Ťažová, naša ťahová, trecia a normálová od drierka. Napíšem pre ne najprv nejaké všeobecné vzťahy a potom aj podmienky pre rovnovážny stav toalet'áku: výsledný moment síl je nulový (budem ho vzťahovať na ťažisko toalet'áku, aj keď mi vlatne ide o to aby sa neotáčal okolo drierka, tak si môžem zvoliť ľubovoľnú os tak, aby bolo počítanie čo najjednoduchšie), výslednica síl v x-ovom a y-ovom smere je nulová.

Uhol α je uhol spojnice drierka a ťažiska, a zvislice, teda uhol o ktorý je toalet'ák naklonený oproti základnej polohe pri $F=0$ N.

$$\begin{aligned} F_g &= M \cdot g \\ F_T &\leq f \cdot F_N \\ 0 &= F_T \cdot R_{in} - F \cdot R_{out} \\ 0 &= F + F_g - F_N \cdot \cos \alpha - F_T \cdot \sin \alpha \\ 0 &= F_N \cdot \sin \alpha - F_T \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

Odtiaľ vyjadrim F , pre maximálne F_T .

$$\begin{aligned} F_N \cdot \sin \alpha &= f \cdot F_N \cdot \cos \alpha \\ \operatorname{tg} \alpha &= f \\ \sin \alpha &= \frac{f}{\sqrt{f^2 + 1}} \\ \cos \alpha &= \frac{1}{\sqrt{f^2 + 1}} \\ F + M \cdot g &= F_N \cdot (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha) \\ F_N &= \frac{F + M \cdot g}{\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha} \\ F \cdot R_{out} &= f \cdot F_N \cdot R_{in} \\ F \cdot R_{out} &= f \cdot R_{in} \cdot \frac{F + M \cdot g}{\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha} \\ F \cdot R_{out} &= f \cdot R_{in} \cdot \frac{F + M \cdot g}{\sqrt{f^2 + 1}} \\ F &= \frac{f \cdot R_{in} \cdot M \cdot g}{R_{out} \cdot \sqrt{f^2 + 1} - R_{in} \cdot f} \end{aligned}$$