

# POROČILO

## VAJA: Ravnovesje togega telesa

Navodila za POTEK DELA so v prilogi na listu *Ravnovesje togega telesa*

### A/ MERITVE

kot [°]	sila [N]
0	3,4
30	3,4
45	3,2

teža palice: 7,2N

### IZRAČUNI

kot 0°: (skica 1)

$$F_g = F_{osi} + F \rightarrow F_{osi} = F_g - F = 3,6 \text{ N}$$

kot 30°: (skica 2)

$$F_{g1} \cdot \frac{l}{2} - F_1 \cdot l = 0 \rightarrow F_1 = \frac{F_g \cdot \cos 30^\circ}{2} = 3,1 \text{ N}$$

$$\frac{F_1}{F} = \cos 30^\circ \rightarrow F = 3,6 \text{ N}$$

kot 45°: (skica 3)

$$F_{g1} \cdot \frac{l}{2} - F_1 \cdot l = 0 \rightarrow F_1 = \frac{F_{g1}}{2} \Rightarrow F \cdot \cos 45^\circ = \frac{F_g \cdot \cos 45^\circ}{2} \rightarrow F = \frac{F_g}{2} = 3,6 \text{ N}$$

za vse kote:

$$F_{osi} = F_g - F = 3,6 \text{ N}$$

kot [°]	sila [N]
0	3,6
30	3,6
45	3,6

kot [°]	sila v osi [N]
0	3,6
30	3,6
45	3,6

Komentar rezultatov: Komponenta sile silomera, ki je pravokotna na palico, je v tem primeru dvakrat manjša od komponente sile teže, ki je pravokotna na palico (zaradi vsote navorov zunanjih sil, ki mora biti 0). Sila teže deluje na palico v središču palice, torej na polovični dolžini palice, s silomerom pa vlečemo palico na njenem koncu, torej je ta sila od osi oddaljena za celotno dolžino palice. Zato je sila silomera dvakrat večja od sile teže na palico. Enako velja tudi za komponento sile silomera, ki je vzporedna s komponento sile teže, pravokotno na palico. Torej je pričakovano sila silomera vedno enaka ne glede na naklon palice, saj je ta

sila ob vzporednosti s silo teže, ki je konstantna, odvisna le od nje ( $F = \frac{F_g}{2}$  za naš primer). To je lepo vidno tudi pri izračunavanju, kjer se kosinusi pokrajšajo (glej račun za kot 45°).

## B/ MERITVE

kot [°]	sila [N]
30	2,9
60	1,5

## IZRAČUNI

kot 30°: (skica 4)

$$F \cdot l = F_g \cdot \cos 30^\circ \cdot \frac{l}{2} \rightarrow F = 3,1 \text{ N}$$

sila v osi:  $F_{os_y} = F_g - F_y = 4,5 \text{ N}$  ;  $F_{os_x} = F \cdot \sin 30^\circ = 1,55 \text{ N}$  ;

$$F_{os} = \sqrt{F_{os_x}^2 + F_{os_y}^2} = 4,8 \text{ N}$$

kot 60°: (skica 5)

$$F \cdot l = F_g \cdot \cos 60^\circ \cdot \frac{l}{2} \rightarrow F = 1,8 \text{ N}$$

sila v osi:  $F_{os_y} = F_g - F_y = 6,3 \text{ N}$  ;  $F_{os_x} = F \cdot \sin 60^\circ = 1,56 \text{ N}$  ;

$$F_{os} = \sqrt{F_{os_x}^2 + F_{os_y}^2} = 6,5 \text{ N}$$

kot [°]	silna [N]
30	3,1
60	1,8

kot [°]	silna v osi [N]
30	4,8
60	6,5

## C/ MERITVE

razdalja od levega krajišča [m]	silna [N]
0,405	5,1
0,455	4,55

## IZRAČUNI

razdalja od levega krajišča [m]	silna [N]
0,405	5,4
0,455	4,8

$$F \cdot x = F_g \cdot \frac{l}{2} \rightarrow F = \frac{F_g \cdot l}{x \cdot 2}$$

(skica 6)

## D/MERITVE

razdalja od levega krajišča [m]	silna [N] (pri kotu 30° glede na palico)
0,405	9,6

## IZRAČUNI

razdalja od levega krajišča [m]	silna [N] (pri kotu 30° glede na palico)
0,405	10,7

$$F_1 \cdot x = F_g \cdot \frac{l}{2} ; F_1 = \sin 30^\circ \cdot F ; F = \frac{F_g \cdot l}{2 \cdot x \cdot \sin 30^\circ} = 10,7 \text{ N}$$

(skica 7)

KOMENTAR:

Vaja je prišla še kako prav za ponavljanje računanja navorov. Meritve so očitno kar precej napačne, saj večina odstopa od 5 do 10%, meritev B pri kotu  $60^\circ$  pa celo za 17%. Zanimivo je morda, da smo povsod izmerili manjšo silo od izračunane. Vse napačne meritve bi si lahko razložili, če smo se ušteli pri izmeri teže palice. In sicer, da smo izmerili preveč. Tako bi bile tudi vse izračunane sile manjše in bi se meritve bolj ujemale z izračuni. Silomer prav gotovo ni najbolj primerna naprava za tehtanje, zato bi to lahko popravili s tehtanjem palice na precizni tehtnici, ki nam je bila na voljo. Do napak je skoraj zagotovo prišlo tudi pri določanju kotov z GEO trikotnikom, saj že milimeter preveč v desno ali levo središča trikotnika od idealne pozicije povzroči napako stopinje ali celo dveh, in tudi gledanje z različnih pozicij na merilo spremeni rezultate meritev. Verjetno obstajajo tudi boljše naprave za določanje kotov, sicer pa bi si lahko sami izdelali trikotnik z odgovarjajočim kotom in ga nato le prislonili med palico in silomer, ter tako določili kot med njima. Do večjih napak v merjenju dolžine palice, ki bi močneje vplivale na rezultate skoraj gotovo ni prišlo, saj je merilni trak povsem dovolj natančen in tudi primeren za merjenje takih dolžin. Popolnoma drugače pa je s silomerom. Ob ne popolnoma ravnem vlečenju silomera pride do trenja med steno silomera in držalom, ki ga vlečemo, in tako dobimo manjšo silo od dejanske. Povsem mogoča napaka je tudi pri merjenju sile pri kotu  $0^\circ$ , saj je zelo težko določiti, kdaj se palica ravno še dotika tal.

Pri tej vaji je torej možen cel kup napak, zato tudi odstopanje meritev od izračunov prav nič ne preseneča.

PRILOGA: list *Ravnovesje togega telesa*, list s skicami