

RAVNOVESJE TOGEGA TELESA

Splošne meritve, ki veljajo pri vseh nalogah

- dolžina palice: $l=60\text{ cm}=0,60\text{ m}$
- masa palice: $m=0,70\text{ kg}$
- teža palice: $F_g=mg=0,70\text{ kg}\cdot 9,8\frac{\text{m}}{\text{s}^2}=6,9\text{ kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}=6,9\text{ N}$

A1. Palico vlečemo navpično na enem koncu

Palico smo vlekli navpično na enem od njenih koncev, in sicer s tolikšno silo, da se ravno še ni dvignila (skica 1).

Meritve

- vlečna sila: $F_{vm}=3,1\text{ N}$

Izračuni

- $F_{vi}\cdot l = F_g \cdot \frac{l}{2} \Rightarrow F_{vi} = \frac{F_g}{2} = \frac{6,9\text{ N}}{2} = 3,5\text{ N}$
- pri meritvah je glede na izračun prišlo do napake, in sicer:
 $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,4\text{ N}$; $N_r = \frac{0,4\text{ N}}{3,5\text{ N}} = 0,11 \Rightarrow 11\%$; relativna napaka pri merjenju torej znaša 11%:
 $F_v = 3,5(1 \pm 0,11)\text{ N}$
- Sila v osi je enaka razliki med silo teže in vlečno silo, torej: $F_o = F_g - F_{vi} = 3,4\text{ N}$

A2. Palico dvigujemo navpično na enem koncu

Palico smo vlekli navpično na enem od njenih koncev, in sicer do te mere, da je pri dvigu skupaj s podlago formirala kot $\phi=30^\circ$ oziroma kot $\phi=45^\circ$ (skica 2).

Meritve

- a) $\phi=30^\circ$; vlečna sila: $F_{vm}=3,5\text{ N}$
- b) $\phi=45^\circ$; vlečna sila: $F_{vm}=3,6\text{ N}$

Izračuni

Ker ročice navora v tem primeru ne predstavlja palica, velja za a) in b) naslednje:

- $F_{vi}\cdot l \cdot \cos \phi = F_g \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \phi \Rightarrow F_{vi} = \frac{F_g}{2} = \frac{6,9\text{ N}}{2} = 3,5\text{ N}$
- pri meritvah je glede na izračun prišlo do napake, in sicer:

a) $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,0 N$; $N_r = \frac{0,0 N}{3,5 N} = 0,0 \Rightarrow 0,0 \%$; relativne napake pri meritvi a) torej ni.

b) $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,10 N$; $N_r = \frac{0,10 N}{3,5 N} = 0,029 \Rightarrow 2,9 \%$; relativna napaka pri meritvi b) torej znaša 2,9 %:

$$F_v = 3,5(1 \pm 0,029) N$$

▪ Sila v osi je enaka razliki med silo teže in vlečno silo, torej: $F_o = F_g - F_{vi} = 3,5 N$

Komentar

Iz enačbe je razvidno, zakaj je v primeru A2 sila neodvisna od kota, do katerega dvignemo palico. Sila je v primeru A torej ves čas enaka, kar je logično glede na ročico sile, ki ostaja prav tako ves čas enaka.

B. Palico dvigujemo okrog osi tako, da je silomer ves čas pravokoten na palico

Palico smo dvigovali na enem od njenih koncev tako, da je bil silomer ves čas pravokoten nanjo, skupaj s podlago pa je formirala kot $\phi = 30^\circ$ oziroma kot $\phi = 60^\circ$ (skica 3).

Meritve

a) $\phi = 30^\circ$; vlečna sila: $F_{vm} = 2,9 N$

b) $\phi = 60^\circ$; vlečna sila: $F_{vm} = 1,5 N$

Izračuni

Ročico sile v tem primeru predstavlja palica, torej velja naslednje:

▪ $F_{vi} \cdot l = F_g \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \phi$

a) $F_{vi} = \frac{F_g \cdot \cos \phi}{2} = \frac{6,9 \cdot \sqrt{3} N}{4} = 3,0 N$

b) $F_{vi} = \frac{F_g \cdot \cos \phi}{2} = \frac{6,9 \cdot \frac{1}{2} N}{2} = 1,7 N$

▪ pri meritvah je glede na izračun prišlo do napake, in sicer:

a) $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,10 N$; $N_r = \frac{0,10 N}{3,0 N} = 0,033 \Rightarrow 3,3 \%$; relativna napaka pri meritvi torej znaša 3,3%:

$$F_v = 3,0(1 \pm 0,033) N$$

b) $\Delta F = 0,20 N$; $N_r = \frac{0,20 N}{1,7 N} = 0,12 \Rightarrow 12 \%$; relativna napaka pri meritvi torej znaša 12%:

$$F_v = 1,7(1 \pm 0,12) N$$

▪ Sila v osi je enaka razliki med silo teže in navpično komponento vlečne sile, torej:

a) $F_o = F_g - F_{vi} \cdot \cos \phi = 6,9 N - 3,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} N = 6,9 N - 2,6 N = 4,3 N$

b) $F_o = 6,9 N - 0,9 N = 6,0 N$

Komentar

V tem primeru je vlečna sila manjša kot pri prejšnjih dveh, in sicer zaradi pravega kota silomera glede na palico, ki pomeni, da palica sama predstavlja ročico sile. Razlog za zmanjšanje vlečne sile je razviden tudi iz zgornjih izračunov. Teža, ki jo vlečna sila premaguje, se v tem primeru deli na dve komponenti. Vlečna sila mora premagati samo navpično komponento, ki pa je, logično, manjša od celotne teže.

C. Silomer, vpet na dva različna kaveljčka, ki se nahajata na dveh različnih mestih na palici

S silomerom, ki smo ga vpeli v dva kaveljčka (v vsakega posebej) smo vlekli pravokotno na palico do te mere, da se ravno še ni dvignila (skica 4).

Kaveljčka sta na skici v navodilih označena z ena (1) in (2). Razdalja med osjo in prvim kaveljčkom (1) znaša $r_1=40\text{cm}$, med osjo med drugim kaveljčkom (2) pa $r_2=46\text{cm}$.

Meritve

- 1) $F_{vm} = 4,8\text{ N}$
- 2) $F_{vm} = 4,2\text{ N}$

Izračuni

Ročico sile zopet predstavlja le palica:

- $F_{vi} \cdot r = F_g \cdot \frac{l}{2}$

- 1) $F_{vi} = \frac{F_g \cdot l}{2r} = \frac{410\text{ Ncm}}{80\text{ cm}} = 5,1\text{ N}$

- 2) $F_{vi} = 4,5\text{ N}$

- pri meritvah je glede na izračun prišlo do napake, in sicer:

- 1) $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,30\text{ N}$; $N_r = \frac{0,30\text{ N}}{5,1\text{ N}} = 0,060 \Rightarrow 6,0\%$; relativna napaka pri meritvi torej znaša 6,0%: $F_v = 5,1(1 \pm 0,060)\text{ N}$

- 2) $\Delta F = 0,30\text{ N}$; $N_r = \frac{0,30\text{ N}}{4,5\text{ N}} = 0,070 \Rightarrow 7\%$; relativna napaka pri meritvi torej znaša 7,0%: $F_v = 4,5(1 \pm 0,070)\text{ N}$

Komentar

Velja enako kot v primeru A1, le da tukaj nismo vlekli na skrajnem koncu palice.

D. Silomer, vpet na dva različna kaveljčka, ki se nahajata na dveh različnih mestih na palici

S silomerom, ki smo ga držali tako, da je s palico formiral kot 30° , smo vlekli palico do te mere, da se ravno še ni dvignila. Zopet je bil silomer vpet v dva različna kaveljčka, enkrat v enega, enkrat v drugega (skica 5).

Kaveljčka sta na skici v navodilih označena z ena (1) in (2). Razdalja med osjo in prvim kaveljčkom (1) znaša $r_1=40\text{cm}$, med osjo med drugim kaveljčkom (2) pa $r_2=46\text{cm}$.

Meritve

1) $F_{vm} = 9,9\text{N}$

2) $F_{vm} = 9,4\text{N}$

Izračuni

V tem primeru je potrebno upoštevati le navpično komponento vlečne sile:

■ $F_n \cdot r = F_g \cdot \frac{l}{2} \quad \sin \phi = \frac{F_n}{F_{vi}} \Rightarrow F_{vi} = \frac{F_n}{\sin \phi} \quad ;$

1) $F_{vi} = 10\text{N}$

2) $F_{vi} = 9,2\text{N}$

■ pri meritvah je glede na izračun prišlo do napake, in sicer:

1) $\Delta F = F_{vi} - F_{vm} = 0,10\text{N} \quad ; \quad N_r = \frac{0,10\text{N}}{10\text{N}} = 0,010 \Rightarrow 1,0\% \quad ; \quad \text{relativna napaka pri}$
 meritvi torej znaša 1,0%: $F_v = 10(1 \pm 0,010)\text{N}$

2) $\Delta F = 0,20\text{N} \quad ; \quad N_r = \frac{0,20\text{N}}{9,2\text{N}} = 0,020 \Rightarrow 2\% \quad ; \quad \text{relativna napaka pri meritvi torej}$
 znaša 2,0%: $F_v = 9,2(1 \pm 0,020)\text{N}$

Komentar

Princip navora je pri vseh nalogah enak, najpomembnejše je znati poiskati ročico in pravilno komponento sile, ki pri navoru sodeluje.