

## STATIKA – RAVNOVESJE TELES

### :: RAVNOVESJE SIL

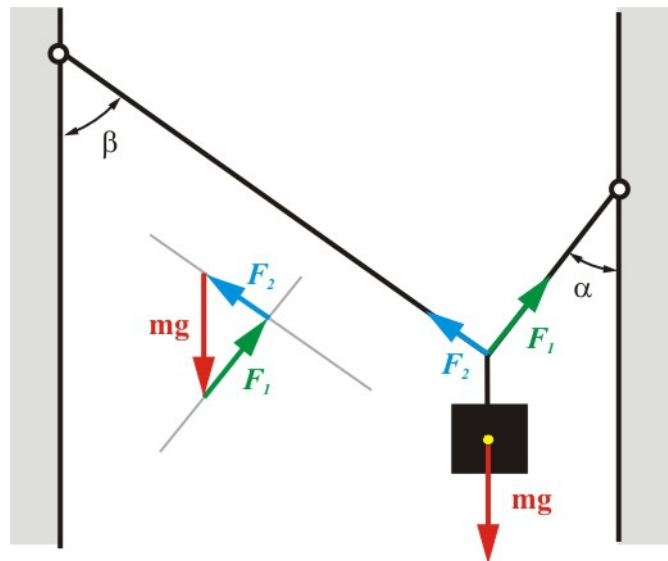
1. Med dve vzporedni steni napnemo vrv tako, da sta pritrdišči na različnih višinah. Na vrv pritrdimo utež z maso  $m = 10 \text{ kg}$ . Tedaj del vrvi, ki je pritrjen nižje, s steno v pritrdišču oklepa kot  $\alpha = 30^\circ$ , del vrvi, ki je pritrjen višje, pa s steno oklepa kot  $\beta = 45^\circ$ . Kolikšni sta sili v vrvi na obeh straneh uteži?

Ker je sistem v ravnovesju, sta izpolnjena ravnovesna pogoja za komponente sil v smeri  $x$  in  $y$  osi:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \beta = 0, \\ \sum F_y &= F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta - mg = 0.\end{aligned}$$

Rešitvi sistema enačb sta:

$$\begin{aligned}F_1 &= mg \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} = 73,2 \text{ N}, \\ F_2 &= mg \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} = 51,8 \text{ N}.\end{aligned}$$



2. Lahek vodoraven nosilec dolžine  $L = 3,5$  m je na enem koncu vrtljivo vpet v navpično steno, drugi, prosti konec, pa je z vrvjo povezan s steno nad vpetjem nosilca tako, da nosilec in vrv na prostem koncu nosilca oklepata kot  $\alpha = 30^\circ$ . V razdalji  $l = 1$  m od prostega konca proti steni visi breza  $m = 100$  kg.

- S kolikšno silo je napeta vrv?
- Kolikšni sta reakciji v pritrdišču nosilca?
- Kako se spremenijo rezultati, če teža nosilca ni zanemarljiva in znaša  $F_g = 500$  N?

Silo v vrvici označimo z  $F$ , reakciji v  $x$  in  $y$  smeri na nosilec v pritrdišču nosilca v steno pa z  $R_x$  in  $R_y$ . Os, glede na katero zapišemo ravnovesni pogoj za navore (osišče), izberemo v pritrdišču nosilca v steni.

Ravnovesni pogoji so:

$$\sum F_x = R_x - F \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_y = R_y + F \sin \alpha - mg = 0, \quad (2)$$

$$\sum M = -(L-l)mg + LF \sin \alpha = 0. \quad (3)$$

Iz enačb 1, 2 in 3 sledi:

$$F = \frac{L-l}{L} \frac{mg}{\sin \alpha} = 1430 \text{ N},$$

$$R_x = F \cos \alpha = \frac{L-l}{L} mg \cot \alpha = 1240 \text{ N in}$$

$$R_y = mg - F \sin \alpha = \frac{mg l}{L} = 290 \text{ N}.$$

Če ne zanemarimo teže nosilca, je treba v ravnovesnih pogojih upoštevati še težo nosilca, ki deluje na sredini nosilca navpično navzdol.

Ravnovesni pogoji so:

$$\sum F_x = R_x - F \cos \alpha = 0, \quad (4)$$

$$\sum F_y = R_y - F_g + F \sin \alpha - mg = 0, \quad (5)$$

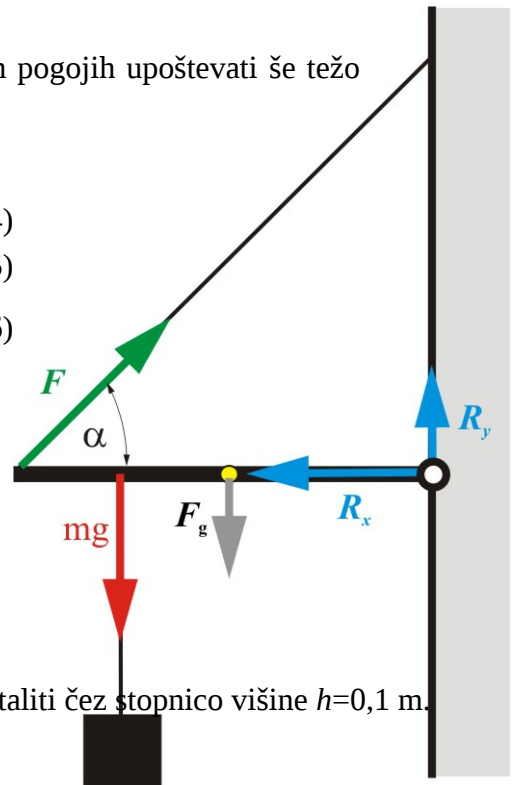
$$\sum M = -\frac{L}{2} F_g - (L-l)mg + LF \sin \alpha = 0. \quad (6)$$

Iz enačb 4, 5 in 6 sledi:

$$F = \frac{2(L-l)mg + LF_g}{2L \sin \alpha} = 1930 \text{ N},$$

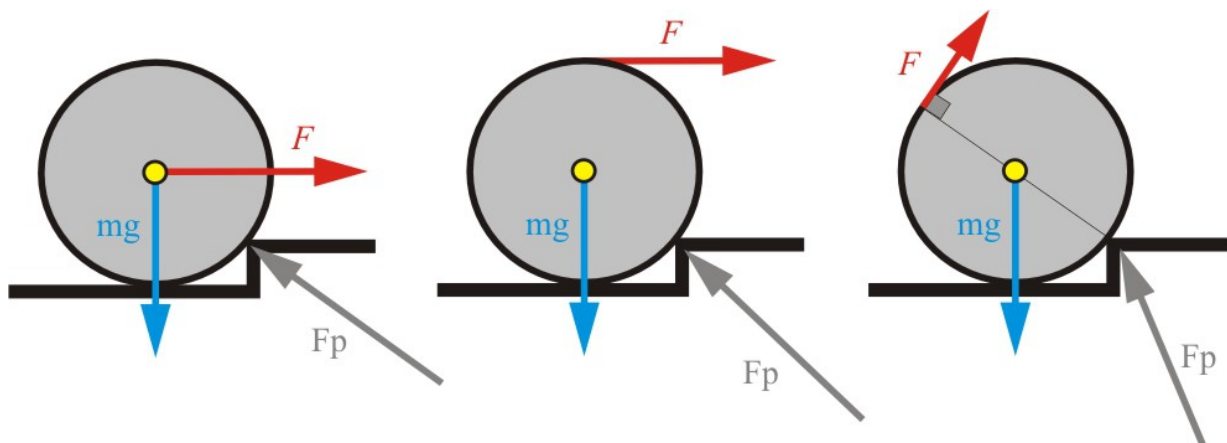
$$R_x = F \cos \alpha = 1670 \text{ N in}$$

$$R_y = F_g + mg - F \sin \alpha = 540 \text{ N}.$$



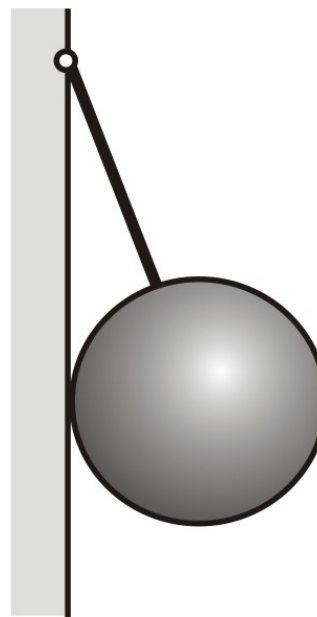
3. Valj z maso  $m=100$  kg in s polmerom  $r=0,5$  m želimo zakotaliti čez stopnico višine  $h=0,1$  m.

- a) S kolikšno silo moramo potegniti valj v vodoravni smeri, da se valj zakotali čez stopnico, če valj potegnemo na sredini?
- b) S kolikšno silo moramo potegniti valj v vodoravni smeri, če potegnemo valj na vrhu?
- c) Kje in v kateri smeri moramo potisniti valj, če ga želimo zakotaliti z najmanjšo silo? Kolikšna je takrat sila?



4. Na navpično gladko steno obesimo, z  $l=10$  cm dolgo vrvico, kroglo s polmerom  $r=5$  cm. Masa krogle je  $m=1$  kg.

- a) Nariši sile na kroglo!
- b) S kolikšno silo delujeta vrvica in stena na kroglo?
- c) Za kolikšen kot moramo nagniti steno, da bo sila stene na kroglo enaka sili v vrvici?



## :: SILA TRENJA IN LEPENJA

5. Na klanec z naklonom  $\varphi$  položimo predmet. Kolikšen mora biti koeficient lepenja med predmetom in klanecem, da predmet ne zdrsne po klanecu navzdol?

Izberimo os  $x$  v smeri po klanecu navzdol. Silo teže razstavimo na dinamično komponento ( $F_d$ ) in statično komponento ( $F_s$ ) teže.

Če želimo, da telo na klanecu miruje, mora biti vsota vseh sil v smeri  $x$ -osi enaka nič;

$$\sum F_x = 0, \quad (1)$$

$F_d - F_l = 0$ , kjer je:

$$F_d = mg \sin(\varphi) \text{ in}$$

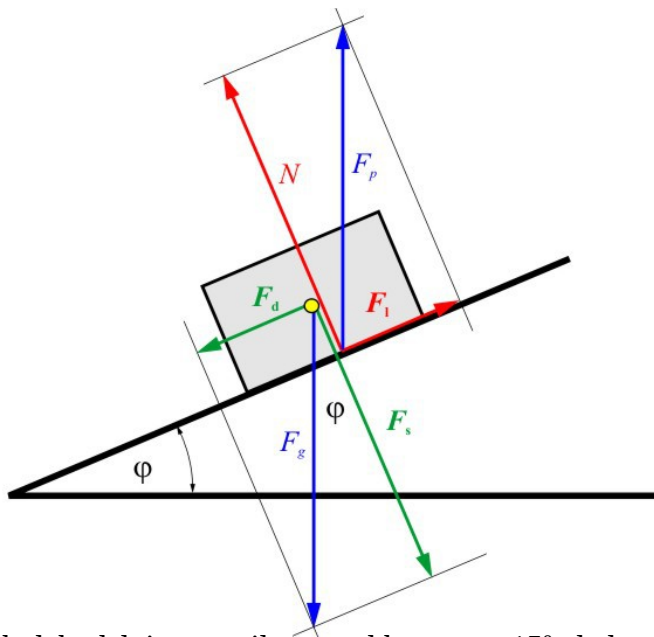
$$F_l = F_s k_l = mg \cos(\varphi) k_l.$$

Enačbo (1) lahko torej zapišemo kot:

$$mg \cdot \sin \varphi - mg \cdot \cos \varphi \cdot k_l = 0$$

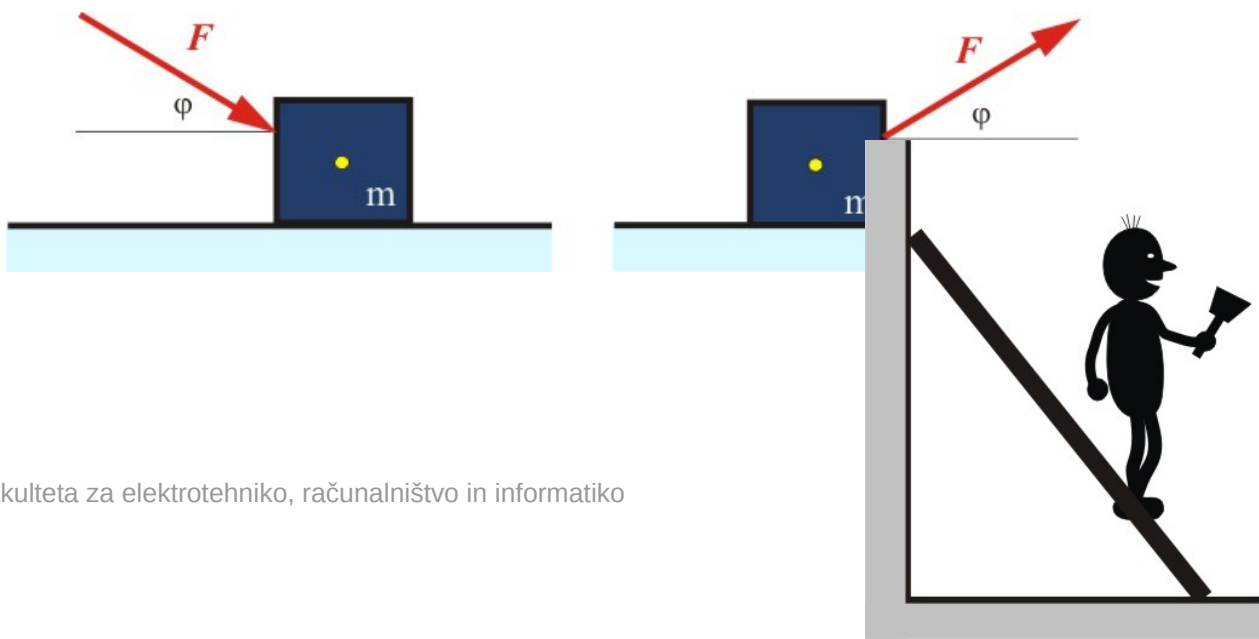
in izračunamo koeficient lepenja;

$$k_l = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi.$$



6. Na telo z maso  $m=2$  kg, ki miruje na vodoravnih tleh, delujemo s silo  $F$  pod kotom  $\varphi=15^\circ$  glede na vodoravna tla. V prvem primeru deluje sila pod kotom  $\varphi$  navzdol, v drugem primeru pa pod kotom  $\varphi$  navzgor (glej sliko!). Koeficient lepenja med telesom in podlago je v obeh primerih enak in znaša  $k=0.6$ .

- V obeh primerih nariši vse sile, ki delujejo na telo!
- Določi velikost sile  $F$ , s katero premaknemo telo v obeh primerih!
- Kako je velikost sile odvisna od kota, pod katerim deluje?
- Kolikšna je najmanjša sila v drugem primeru?
- Je v prvem primeru pri vsakem kotu  $\varphi$  mogoče premakniti telo ne glede na velikost sile?



7. Ob gladko steno je prislonjena 12 kg težka lestev, ki oklepa s podlago kot  $45^\circ$ . Človek z maso 60 kg lahko spleza le do tretjine višine, ne da bi lestev zdrsnila.
- Nariši vse sile na lestev, ko je človek na tretjini višine lestve!
  - Kolikšen je koeficient lepenja med tlemi in lestvijo, če med lestvijo in steno ni trenja?
  - Vsaj kolikšen bi moral biti koeficient lepenja med lestvijo in podlago, da bi lahko človek splezal do vrha lestve?

## :: GRAVITACIJSKI ZAKON

1. S kolikšno silo se privlačita Zemlja in Luna? Masa Zemlje je  $6 \cdot 10^{24}$  kg, masa Lune je  $7,4 \cdot 10^{22}$  kg, razdalja med Zemljo in Luno je  $d = 380\,000$  km, gravitacijska konstanta je  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ .

$$F = G \frac{m_Z m_L}{r^2} = 2 \cdot 10^{20} \text{ N}; \text{ Luna privlači vsak kilogram Zemlje s silo } 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ N}.$$

2. Kje med Luno in Zemljo je raketa v ravnovesju?