

ZÁKLADY STAVEBNÍ MECHANIKY

BDA001

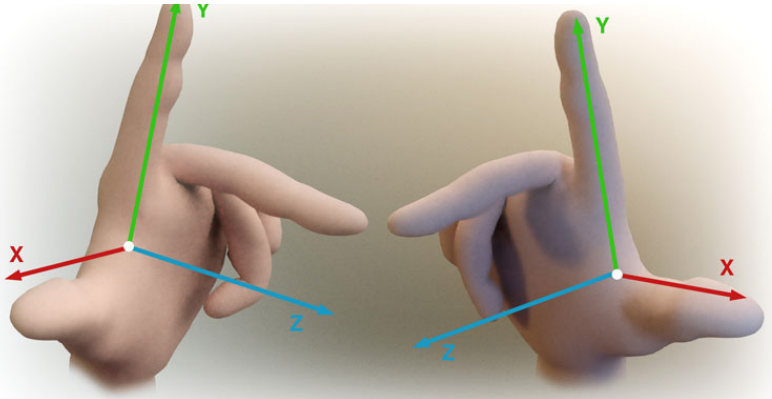
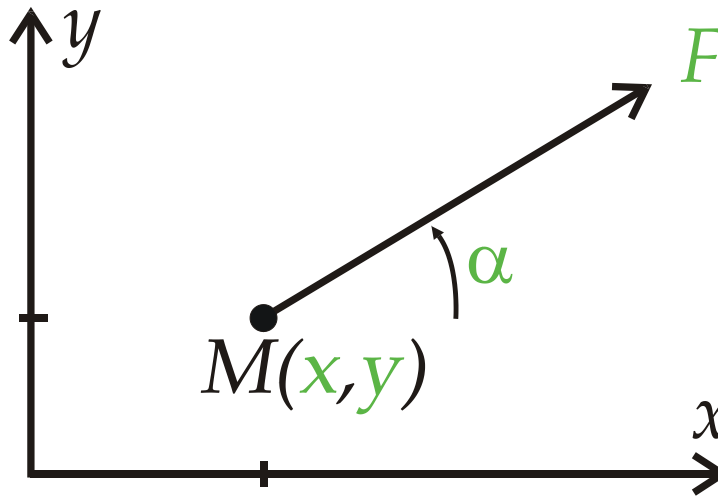
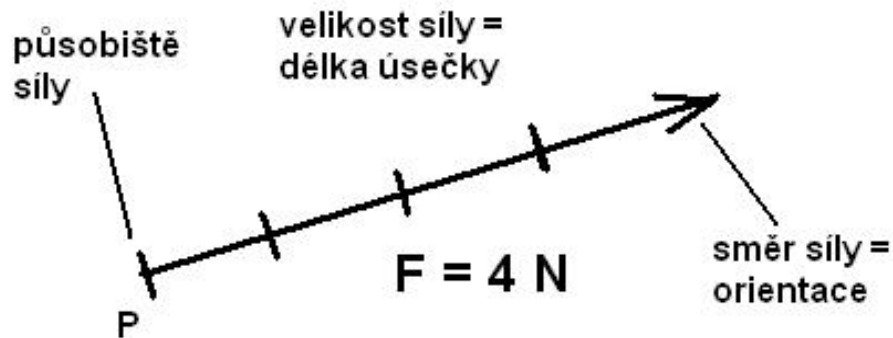
Seznámení s obsahem cvičení a podmínkami zápočtu. Síly ve společném paprsku, skládání a rozklad síly do pravoúhlých složek. Skládání a rozklad dvou obecných sil. Rovinný svazek sil, výslednice, ekvivalence, rovnováha. Praktické aplikace rovinných silových soustav.

Zdeněk Kala

SÍLA

Síla je vektorová veličina, která je jednoznačně určena

- velikostí [N]
- směrem a smyslem [°]
- působištěm



ZÁKON SÍLY

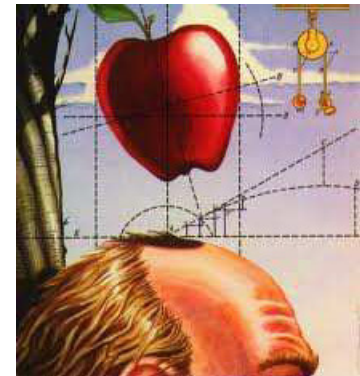
Působí-li na těleso síla, která není s jinou silou v rovnováze, pohybuje se těleso rovnoměrně zrychleným pohybem (zrychluje nebo zpomaluje).

Velikost zrychlení je přímo úměrná působící síle (kolikrát bude větší síla, tolikrát bude větší velikost zrychlení tělesa).

Velikost zrychlení (a) je nepřímo úměrná hmotnosti tělesa (kolikrát bude větší hmotnost tělesa, tolikrát bude velikost zrychlení tělesa menší).

$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = m \cdot a$$



Newton

1 N je síla, kterou Země působí na těleso o hmotnosti 0,1 kg:

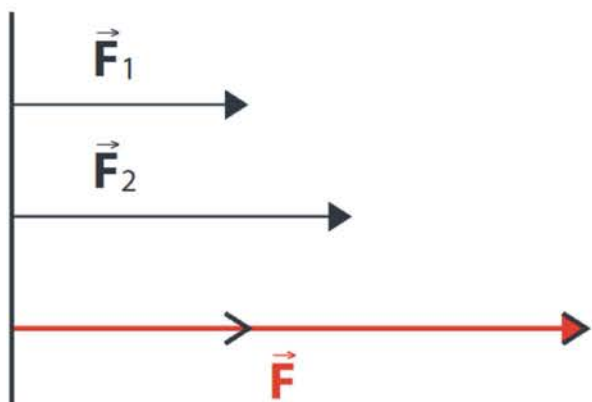
Příklad: Hmotnost $m = 2.3 \text{ kg}$ Jaká je velikost tíhové síly F_g ?

Řešení: Tíhové zrychlení je $a_g = 9.81 \text{ ms}^{-2} \approx 10 \text{ ms}^{-2} \rightarrow F_g = 2.3 \cdot 10 = \underline{23 \text{ N}}$

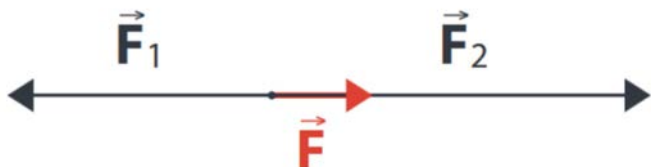
SKLÁDÁNÍ SIL

Síla, která má na těleso stejný účinek jako několik současně působících sil, se nazývá výslednice těchto sil. Nalezení výslednice sil se nazývá **skládání sil**.

Výslednice sil **stejného směru** na jedné přímce má se silami stejný směr a její velikost se rovná součtu velikostí všech sil. Pohybový účinek síly na pevné těleso se nezmění, posune-li se její působíště do jiného bodu tělesa po přímce, ve které síly působí.

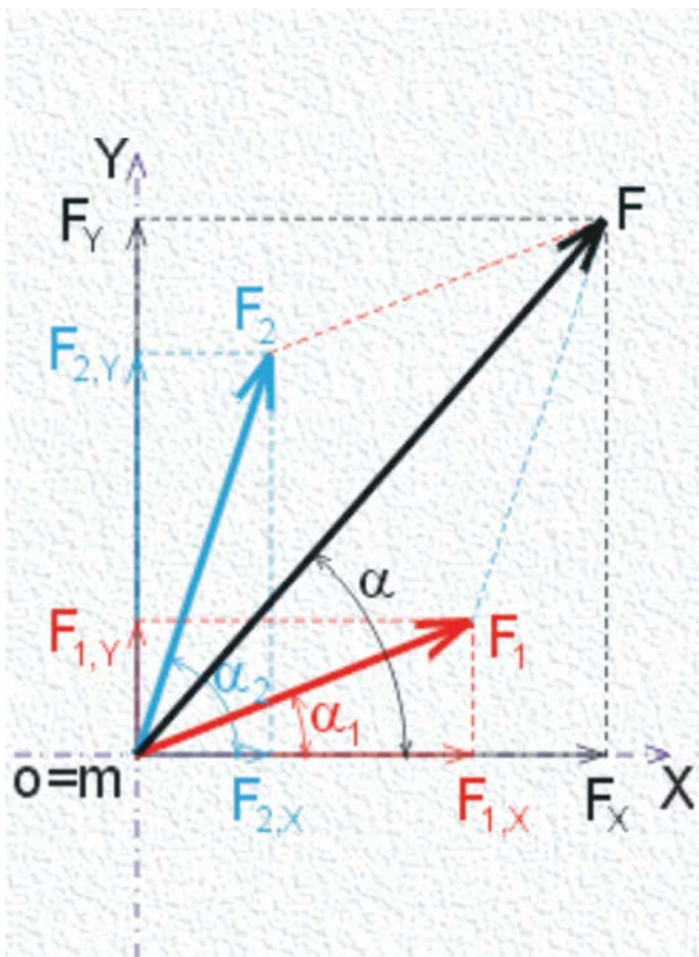


Výslednice dvou sil opačného směru má stejný směr jako větší síla a její velikost se rovná rozdílu velikosti obou sil.



SKLÁDÁNÍ SIL

U dvou sil **různého směru** se **společným působištěm** získáme výslednici doplněním na rovnoběžník



$$F_{1,x} = F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_{2,x} = F_2 \cos \alpha_2$$

a do složek $F_{1,y}$ a $F_{2,y}$ rovnoběžných s osou y :

$$F_{1,y} = F_1 \sin \alpha_1$$

$$F_{2,y} = F_2 \sin \alpha_2$$

Potom vodorovnou a svislou složku síly F dostaneme ze vztahů :

$$F_x = F_{1,x} + F_{2,x}$$

$$F_y = F_{1,y} + F_{2,y}$$

Výslednou velikost síly F pak dostaneme ze vztahu :

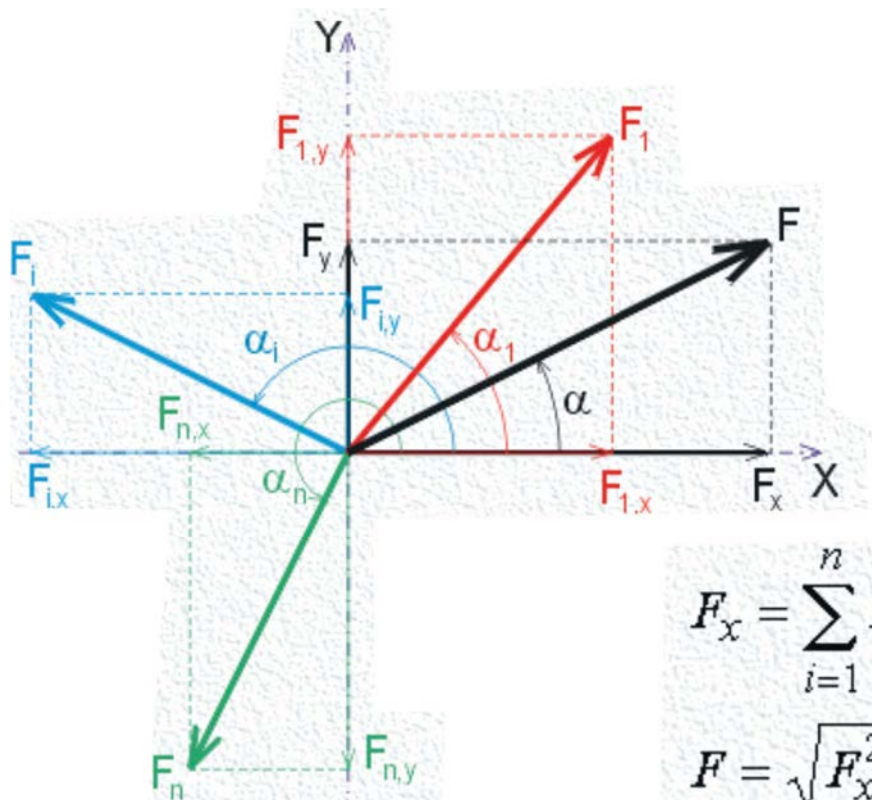
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Úhel a síly F dostaneme ze vztahů :

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \quad \sin \alpha = \frac{F_y}{F}$$

SKLÁDÁNÍ SIL

U dvou nebo více sil **různého směru** se **společným působištěm** získáme výslednici obdobně, tj. rozkladem každé síly do vodorovného a vertikálního směru:



$$F_x = \sum_{i=1}^n F_{i,x} = \sum_{i=1}^n F_i \cos \alpha_i$$

$$F_y = \sum_{i=1}^n F_{i,y} = \sum_{i=1}^n F_i \sin \alpha_i$$

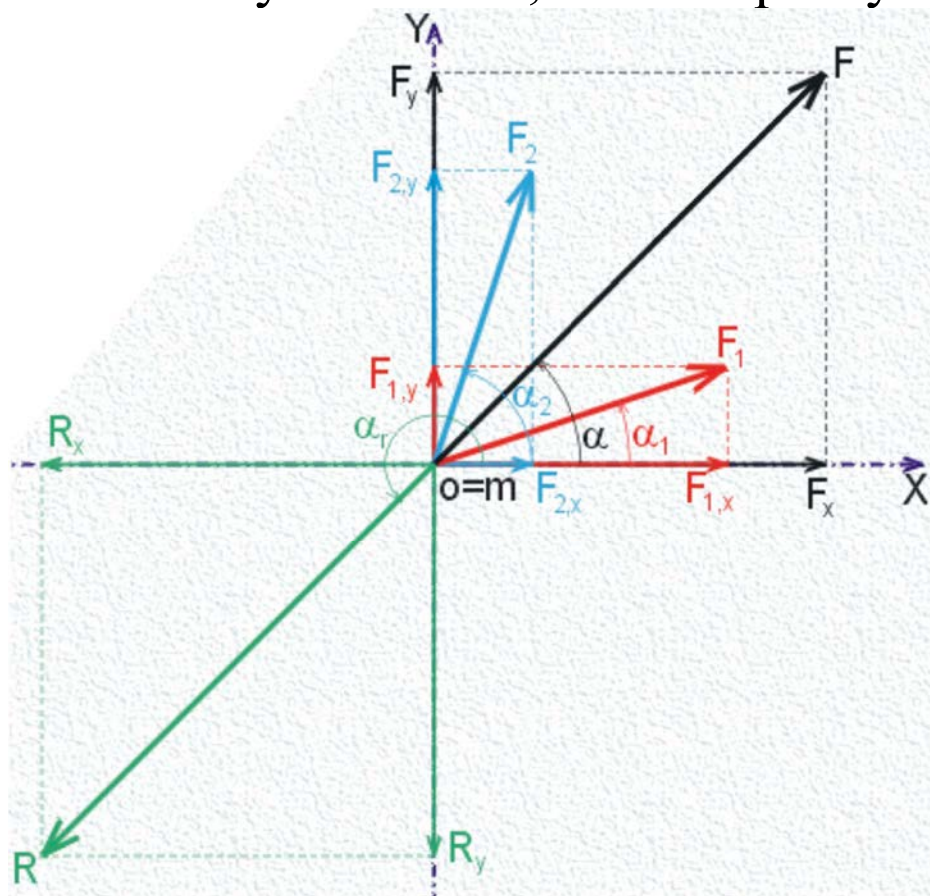
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \quad \sin \alpha = \frac{F_y}{F}$$

VÝSLEDNICE A ROVNOVÁŽNÁ SÍLA

Výslednice je síla, kterou nahrazujeme účinek soustavy sil. Tedy statický účinek soustavy sil je stejný jako statický účinek výslednice.

Rovnovážná síla je síla, která vyrovnává účinek soustavy sil tak, že výsledný statický účinek soustavy sil a rovnovážné síly je nulový. Velikost rovnovážné síly R je shodná s velikostí výslednice F , ale má opačný směr.



Výslednice soustavy sil F_i je síla F , jejíž velikost určíme ze vztahů :

$$F_x = \sum_{i=1}^n F_{i,x} = \sum_{i=1}^n F_i \cos \alpha_i$$

$$F_y = \sum_{i=1}^n F_{i,y} = \sum_{i=1}^n F_i \sin \alpha_i$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \quad \sin \alpha = \frac{F_y}{F}$$

Rovnovážnou sílu R k soustavě sil F_i určíme ze vztahů :

$$R_x + \sum_{i=1}^n F_{i,x} = 0$$

$$R_y + \sum_{i=1}^n F_{i,y} = 0$$

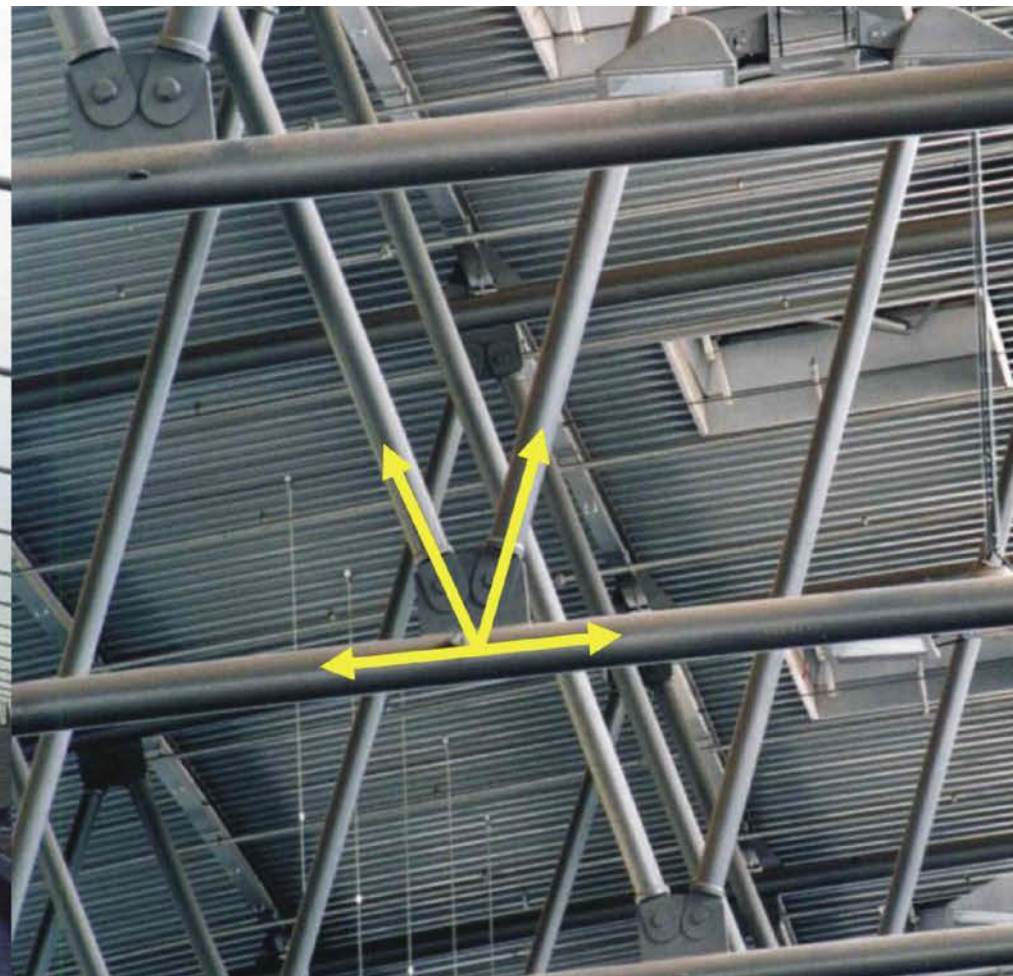
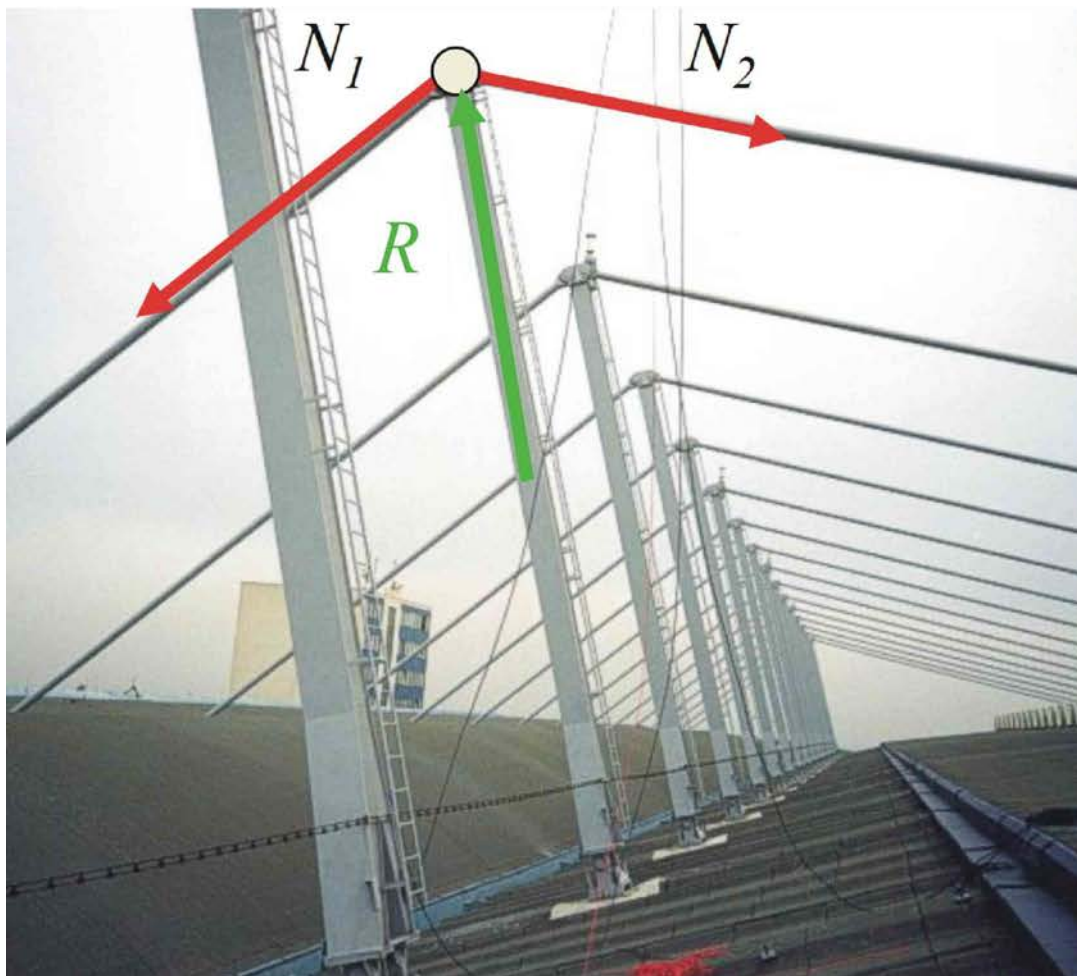
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\cos \alpha_r = \frac{R_x}{R} \quad \sin \alpha_r = \frac{R_y}{R}$$

Po přidání síly R jsou splněny silové podmínky rovnováhy ve směru x a y .

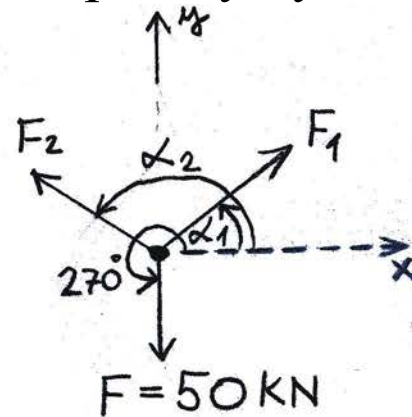
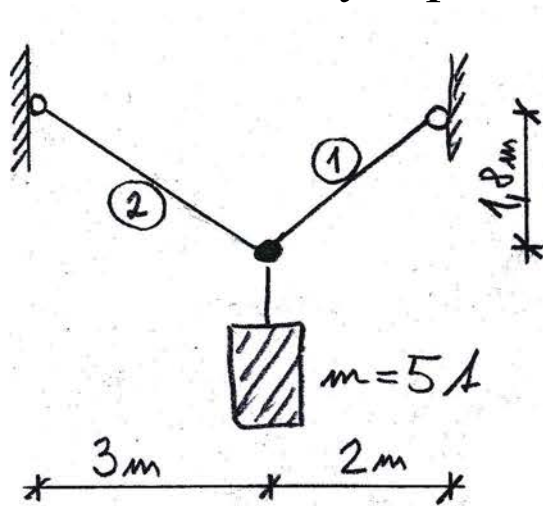
ROVNOVÁHA VE STYČNÍKU

Rovnovážná soustava sil- výslednice je nulová.



ROVNOVÁHA VE STYČNÍKU

Vypočtete osově síly v prutech 1 a 2. Správný výsledek má dobře jednotku a znaménko!



$$F = m \cdot g$$

$$F = 5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$F = 50 \cdot 10^3 \text{ N} = 50 \text{ kN}$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{1.8}{2} \Rightarrow \alpha_1 = 42^\circ$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{1.8}{3} \Rightarrow \alpha_2 = 31^\circ$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 31^\circ = 149^\circ$$

2 podmínky rovnováhy:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 + F \cdot \cos 270^\circ = 0$$

$$F_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \sin \alpha_2 + F \cdot \sin 270^\circ = 0$$

$$F_1 \cdot \cos 42^\circ + F_2 \cdot \cos 149^\circ + 50 \text{ kN} \cdot \cos 270^\circ = 0$$

$$F_1 \cdot \sin 42^\circ + F_2 \cdot \sin 149^\circ + 50 \text{ kN} \cdot \sin 270^\circ = 0$$

$$F_1 \cdot 0,743 + F_2 \cdot 0,857 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 \cdot \frac{0,857}{0,743}$$

$$F_1 \cdot 0,669 + F_2 \cdot 0,514 - 50 \text{ kN} = 0$$

$$F_2 \cdot \frac{0,857}{0,743} \cdot 0,669 + F_2 \cdot 0,514 - 50 \text{ kN} = 0$$

$$F_2 \cdot 1,286 = 50 \text{ kN} \Rightarrow$$

$$F_2 = 38,873 \text{ kN}$$

$$F_1 = 44,837 \text{ kN}$$

